



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



OPTIMALIZACE VÝROBNÍ LINKY SCHUBFACH SPOLEČNOSTI BOS

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství
Studijní obor: 3901T073 – Produktové inženýrství
Autor práce: **Jaroslav Hejtman**
Vedoucí práce: Ing. Larysa Ocheretna, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering



OPTIMIZATION AND LAYOUT FOR CARGO BOX SCHUBFACH AT BOS COMPANY

Diploma thesis

Study programme: N3957 – Industrial Engineering
Study branch: 3901T073 – Product Engineering
Author: **Jaroslav Hejtman**
Supervisor: Ing. Larysa Ocheretna, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav Hejtman**
Osobní číslo: **T12000453**
Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**
Studijní obor: **Produktové inženýrství**
Název tématu: **Optimalizace výrobní linky Schubfach společnosti BOS**
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. V rešeršní části práce popište principy štíhlé výroby. Dále shrňte poznatky o metodách štíhlé výroby, které vedou k eliminaci plýtvání a optimalizaci výroby.
2. Stručně charakterizujte firmu BOS, a výrobek Schubfach.
3. Proveďte analýzu stávajícího stavu výrobního procesu na lince Schubfach. Zaměřte se na strukturu výroby, toky materiálu, technologický postup výroby, činnost jednotlivých operátorů, ergonomii jejich pracovišť apod.
4. Navrhněte nové uspořádání linky (hrubý layout) s cílem zvýšení její produktivity a proveďte vybalancování výrobní linky. Svůj návrh vyhodnoťte dle zvolených kritérií, proveďte prvotní taktování linky dle požadavku zákazníka. Na osnově poznatků zjištěných během zkušebního provozu linky navrhněte finální koncept layoutu linky Schubfach.
5. Proveďte celkové zhodnocení navržených změn, udělejte závěry.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Bauer, Miroslav a další. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
2. Kavan, Michal. Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0199-5.

Vedoucí diplomové práce:

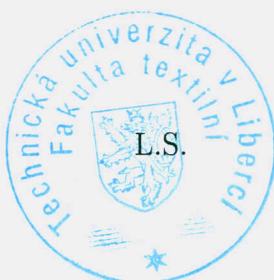
Ing. Larysa Ocheretna, Ph.D.

Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: **1. října 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2014**

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. dubna 2014

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat mé vedoucí Ing. Laryse Ocheretne, Ph.D. za cenné připomínky a lidský přístup, které mi během psaní této práce poskytla. Dále bych rád vyjádřil dík všem zaměstnancům BOS, jmenovitě Ing. Lucii Heligar Svobodové a paní Andree Kadlečkové za trpělivost a vstřícnost.

Poděkování patří mé rodině a nejbližším přátelům, za jejich podporu, motivaci a milá slova po celou dobu mého studia na vysoké škole.

Anotace

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvořit a optimalizovat grafické schéma výrobní linky textilního výrobku Schubfach firmy BOS spol. s r.o. v Klášterci nad Ohří.

V rešeršní části jsou popsány metody řízení principu štíhlého podniku, druhy plýtvání a analýza práce. Dále je charakterizována firma samotná včetně výrobní linky Schubfach s analýzou současného stavu a metod, vedoucích k tvorbě nového layoutu. Výstupem této práce je finální a realizovaný layout, vybalancování s 12 operátory, schopný plnit požadavky zákazníka.

Klíčová slova

Layout, plýtvání, ergonomie pracovišť, procesní mapa, balancování času, zákaznický takt

Annotation

This thesis deals with proposal and optimalization for new layout for cargo box textile product called Schubfach at BOS company in Klášterec nad Ohří.

In theoretical part is described methods of leading lean manufacture, sort of wasting and work analysis. Next point is focused at company BOS and analysis present situation of layout Shubfach with ideas how to create a new layout. Main goal is proposal new efective balancing layout with 12 operators, responsible to customer wishes.

Key Words

Layout, wasting, ergonomy of workplace, value stream mapping, time balancing, customer tact

Seznam zkratek a cizích slov

s.r.o.	společnost s ručením omezeným
m ²	metr čtvereční
mm	milimetr
ks	kus
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
TQC	Total Quality Control (Absolutní kontrola kvality)
SMED	Single Minute Exchange of Dies (Rychlé přeseřízení / rychlá výměna nástroje)
5S	Organizace pracoviště
TPM	Total Productive Maintenance (Úplná produktivní údržba)
FIFO	First – In – First – Out (První dovnitř první ven)
VSM	Value Stream Mapping (Mapování hodnotového toku)
Layout	grafické schéma zobrazující pracovníky, pracoviště a tok materiálu
Schubfach	úložná zásuvka
Handler	logistický pracovník – skladník
Cutter	stříhací zařízení

Obsah

Seznam zkratk a cizích slov.....	7
Úvod	10
Cíle diplomové práce	12
1. Štíhlá výroba	13
1.1 Grafické schéma výrobní linky	13
1.2 „U-buňka“ schéma	15
1.3 Logistický tok.....	17
1.4 Optimalizace	17
1.5 Neefektivita práce – plýtvání	18
1.6 7 druhů plýtvání	18
1.7 Zákaznický takt	24
1.8 Analýza, měření a normování práce.....	24
1.9 Mapování hodnotového toku (VSM – Value Stream Mapping).....	25
1.10 Špagetový diagram.....	26
2. Metody štíhlé výroby	27
2.1 Metoda 5S – pořádek na pracovišti	27
2.2 Metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies).....	29
2.3 Vizuální management.....	30
2.4 Standard.....	30
2.5 Ergonomie	31
2.6 Optimalizace pracoviště	32
2.7 Plynulá výroba jednoho kusu v „U-buňce“	33
2.8 Metoda Poka-Yoke.....	34
2.9 Metoda TQC (Total Quality Control)	35
2.10 Metoda TPM (Total Productive Maintenance)	35
2.11 Kanban	36
2.12 Workshop – demonstrační příklad	37
2.13 Závěr teoretické části	37
3. Charakteristika společnosti BOS	38
3.1 Závod Klášterec nad Ohří	39
3.2 Úvod k výrobní lince Schubfach.....	39
3.3 Úložná schránka Schubfach	40

3.4 Rozpad kusovníku	42
3.5 Stávající schéma linky Schubfach	43
3.6 Analýza stávajícího schématu	44
3.7 Návrhy zlepšení ergonomie pracovišť v budoucí „U-buňce“	49
3.8 Value Stream Mapping Schubfach.....	52
3.9 Pracovní snímek dne	55
4. Indikátory pro vytvoření schématu linky	59
4.1 Zákaznický takt Schubfach	59
4.2 Plocha „U-buňky“ a počet operátorů.....	60
4.3 „U-buňka“	60
5. Návrh grafického schématu výrobní linky	61
5.1 Návrh schématu – dočasné varianty pro 13 operátorů	62
5.2 Vybalancování linky s operacemi 13 operátorů.....	63
5.3 Návrh finálního schématu linky pro 12 operátorů	65
5.4 Vybalancování linky s operacemi 12 operátorů.....	66
6. Hodnocení a doporučení.....	67
7. Závěr	68
Seznam použité literatury	69
Seznam tabulek	71
Seznam obrázků.....	72

Úvod

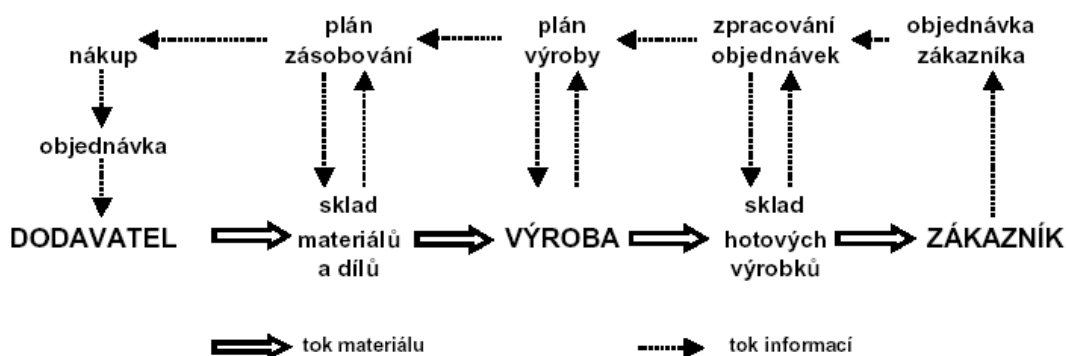
Pojmy logistika a logistický řetězec jsou dnes chápány jako systém toků materiálu a informací ve firmách. Všechny podnikatelské subjekty, které pohybují s výrobky z bodu A do bodu B, jsou vystaveny nárokům od zákazníků, obchodních partnerů, investorů a musí plnit jejich očekávání, která mnohdy kolidují sama mezi sebou. Logistický postup je tvořen z toku materiálu od dodavatele přes výrobní linku, sklad velkoobchodu a poté maloobchodu, obchod a prodejnu až po koncového zákazníka. Logistický řetězec je tedy tak silný, jako je jeho nejslabší článek. Má vliv nejen na ekonomiku výrobního závodu, ale i na ekonomiku národní.

Zaměření této diplomové práce spadá do oblasti logistického řetězce firmy BOS Automotive s.r.o. v Klášterci nad Ohří, jehož atributy mají vliv na konkurenceschopnost a optimalizaci layoutu výrobní linky na úložnou schránku Schubfach.

V praxi se lze v zásadě setkat se dvěma způsoby, jak se může podnik snažit jít naproti zisku:

1. Podnik vykonává zisk s konstantními náklady v dlouhodobém období s dohodnutými cenami surovin a energií od dodavatelů. Zvyšování zisku je provedeno zvýšením prodejní ceny, což v závislosti na druhu výroby obvykle vede k poklesu prodeje z důvodů špatné konkurenceschopnosti na trhu.
2. Způsob stálého zlepšování a optimalizace, kdy výrobní podnik udržuje cenu výrobku stálou, nebo jí každý rok o určité procento snižuje, což je typické pro automobilový průmysl - automotive. Takové opatření si ale podnik může dovolit jen díky optimalizaci výrobního procesu. Zdrojem k úsporám se nejčastěji nabízí ideální logistický řetězec a eliminace plýtvání.

Na Obrázku 1 je zobrazen tok materiálu a informací ve výrobním podniku. Z obrázku plyne, že informační tok je oproti toku materiálu více rozvětven. Získané informace pak podnik poskytnou pravidelnou aktualizaci současného stavu, na jehož základě se uskutečňují kroky, vedoucí k určitým rozhodnutím. Ve výrobním podniku jsou však nejdůležitější ta rozhodnutí, která mají přímý vliv na tok materiálu.



Obrázek 1 - Tok informací a materiálu ve výrobním podniku [3]

V současné době ale není celosvětová ekonomická situace příznivá a k finančním trhům zatížených krizí se po západních zemích přidávají i trhy v Asii. Tato situace si žádá kroky, vedoucí k zavedení výrobní strategie nízkých nákladů a vysoké produktivity práce.

Taková strategie se označuje pod pojmem „štíhlá výroba“, která se zaměřuje na potřeby zákazníka a vychází vstříc eliminaci veškerých činností bez přidané hodnoty, kterým se zamezuje plýtvání.

Na základě výše uvedeného se autor domnívá, že schopnost zlepšování a optimalizace výroby, prostřednictvím logistického řetězce a informačního toku, je nedílným předpokladem úspěšného průmyslového inženýra, potažmo firmy dnešní doby.

Cíle diplomové práce

Diplomová práce vzniká jako reakce na požadavky výrobního závodu BOS v Klášterci nad Ohří. Na základě stávajícího poznání a analýzy montážní linky k úložné schránce Schubfach bylo cílem práce jednak posoudit aplikace stávajících metod na jednotlivé kroky pracovních úkonů, tak i zároveň přinést vlastní příspěvek v podobě návrhu layoutu k danému tématu.

Hlavním cílem práce bylo:

- Vytvořit, optimalizovat a vybalancovat layout výrobní linky, který je vhodný pro řešení logistických toků materiálu a vybalancování pracovní metodiky operátorů, dle požadavků zákazníka. Layout se používá v sériové výrobě v oblasti automotive textilního výrobku v zavazadlovém prostoru Mercedes - Benz S a C-Classe s komerčním názvem Schubfach.

Dílčí cíle:

- navrhnout optimální počet operátorů výrobní linky;
- zasadit se o úsporu času a energie;
- maximalizovat využití stávajících strojů bez nutnosti nákupu dalších;
- dosáhnout spokojenosti zákazníka, zaměstnance a zaměstnavatele.

1. Štíhlá výroba

Zavedení termínu štíhlé výroby se datuje v období 50. – 60. let 20. století ve firmě Toyota, jako reakce na nízkou produktivitu práce. Vytvořením nové výrobní linky, obsahující více různých strojů za obsluhy jednoho pracovníka, umožnilo výrobním firmám snížení časových, prostorových a finančních prostředků na výrobu. Smysl štíhlé výroby je možno definovat jako systematický přístup k identifikaci a zamezení plýtvání (omezení činností bez přidané hodnoty, za kterou zákazník není ochoten zaplatit), formou neustálého zlepšování výrobních procesů. Mezi nejdůležitější faktory přispívající ke zvyšování přidané hodnoty výrobního procesu patří požadavek zákazníka.[1]

V konečném důsledku se princip štíhlé výroby zaměřuje pouze na výrobu produktů, které koncovému zákazníkovi přináší vysokou přidanou hodnotu a je ochoten za ně zaplatit (svařování, ohýbání, frézování atd.). V opačném případě zákazník není motivován platit za činnosti ve výrobě, které mu žádnou hodnotu nepřinášejí (prostoje, opravy, transport atd.). Tento princip se opírá o několik metod používaných v rámci štíhlé výroby (layout, kaizen, kanban, 5S – více o těchto metodách v kapitolách 1.1; 2.1 a 2.11), které svojí filosofií (při správné implementaci) přispívají k efektivní funkci podniku.

1.1 Grafické schéma výrobní linky

Layout představuje upořádání oddělení, pracovišť a nástrojů se specifickým důrazem na pohyb práce systémem „U-buňky“. Vytvářejí ho průmysloví inženýři ve spolupráci s logistiky a plánovači výroby. Je to klíčový element k optimální výrobě s nejvyšší produktivitou práce a s maximálním vymezením prostoru pro výše zmíněné plýtvání. Určit vhodný typ layoutu je důležité ze třech příčin:

- má výrazný dopad na náklady a efektivnost operací;
- je náročný na finanční investice a úsilí, poté ale výrazně spoří;
- vyžaduje dlouhodobý závazek, takže případné chyby je těžké překonat.

Potřeba plánování layoutu nastává při procesu návrhu nového nebo přeprojektování stávajícího pracovního zázemí.

Důvody k přeprojektování layoutu jsou:

- neefektivní operace (vysoké náklady, úzká místa);
- nehodovost nebo nebezpečná práce, morální problémy;
- zavedení nového výrobku/služby;
- zvýšení výrobní kapacity produkce.

Hlavním cílem návrhu nového layoutu je, jak vyplývá z výše uvedeného, nastavit plynulý tok práce, materiálu a informací napříč celým výrobním systémem „U-buňky“.

Dílčí cíle jsou vysoká kvalita produktu nebo služby, efektivní využití prostorů pracovníky, odstranění úzkých míst, minimalizace nákladů na manipulaci s materiálem, minimalizace času výroby a v neposlední řadě zajištění bezpečnosti práce.[2]

Postup při navrhování layoutu

Tato fáze projektu je velmi obtížná, což je způsobeno velkým počtem různých faktorů, které se musejí zohlednit.

Postup Košturiak [3] rozděluje do následujících kroků:

- technologické postupy;
- velikost výrobních ploch a manipulačních prostředků, pracovišť a dopravních cest;
- dopravní matice, okrajové podmínky (rozměry dílny, zatížení podlahy apod.).

Metody pro návrh layoutu

- Prioritní Metody (metody dominantního toku)

Upřednostňování určitého výrobního zařízení zpravidla na základě intenzity materiálu.

- Grafické a schématické metody

Standardní grafické znázornění jednotlivých variant. Pro svoji jednoduchost a názornost jsou používány nejčastěji. Například špagetový diagram nebo Sankeyův diagram.

- Matematické metody:

- optimalizační exaktní zkoumání všech možných variant;
- sub optimalizační zkoumání pouze určité části (podmnožiny) řešení, výsledné řešení se blíží optimu;
- provedením stochastického náhodného výběru se provádějí náhodné výběry, mezi nimiž je s dostatečnou pravděpodobností alespoň jedno dobré řešení.

Simulační metody

Simulace je efektivní nástroj při projektování layoutu, protože umožňuje získat poznatky o chování systému bez existence reálného systému. Jedná se o softwary dynamické simulace typu Showflow nebo Witness. Těmito softwary lze ušetřit vysoké náklady, které by vznikly odhalením chyb až po realizaci projektu. Simulace napomáhá i při analýze existujících systémů, u kterých není možné přerušit provoz, ale které je nutno zdokonalit. Simulace sleduje výrobní systém a jeho chování komplexně a dynamicky ve formě statistiky a animace.[2]

1.2 „U-buňka“ schéma

Buňkový layout představuje pracoviště, která jsou uskupená do buněk a umožňuje vyrábět položky s podobnými výrobními požadavky. Cílem zavedení „U-buněk“ je docílení plynulého toku materiálu ve výrobě, řízenými požadavky zákazníka. Tím lze zvýšit flexibilitu a zredukovat manipulaci. Zásady tvorby layoutu ve výrobní buňce:

- těsné uspořádání strojů, výstup jedné operace je vstup do druhé;
- nářadí, pracovní pomůcky a dodavatelé jsou umístěny co nejblíže k sobě;
- žádné překážky pohybu operátora v prostoru buňky.

Layouty jednotlivých „U-buněk“ se postupně propojují bez zbytečných meziskladů do jedné velké buňky, která se nazývá rybí kost. Společně s taktem jednotlivých výrobních úkonů, musí být synchronizované i navážení součástí. Kontrola by měla následovat po každé operaci, kterou operátor dokončí. Tím se eliminuje zmetkovitost a plýtvání. Přínosy jsou: redukce zásob, schopnost velmi pružně reagovat na požadavky zákazníka a

tím zajistit spolehlivost dodávek. „U-buňky“ jsou velmi úzce svázané na rozmístění strojů a zaškolení operátorů.[4]

Buňková výroba představuje uspořádání strojů do skupin, schopných produktivně vyrobit položky s příbuznými výrobními požadavky. Kavan [21] definuje „U buňky“ jako autonomní, miniaturizované a flexibilní obdoby předmětného uspořádání. Stroje v buňce jsou upořádané s minimálními požadavky na přepravu. Skupina podobných výrobků v buňce putuje stejnou cestou, takže výrobek může přeskočit technologickou operaci, kterou nepotřebuje. Buňková výroba spojuje výhody technologického a předmětného uspořádání. K tomu je zapotřebí dobře fungujícího informačního systému výroby, který pomáhá výrobnímu manažerovi v jeho rychlém a správném rozhodování. Cílem buňkové výroby není jen prosté shlukování strojů a tvorba samostatných výrobních pracovišť, ale jde spíše o integrovanou úsporu výrobních nákladů a zvýšení přehlednosti.

Typy výrobních buněk

V průmyslu se často používají dva hlavní typy výrobních buněk:

- buňky pro výrobu součástí (obrábění, lisování, lepení, šití);
- procesní buňky, montážní buňky (lakování, tepelné zpracování, povrchová úprava).

Tyto buňky mají společný princip, který umožňuje fungující a efektivní výrobní činnosti pracovníků a vytvářejí základ pro plynulé zlepšování. Následující vyobrazení poukazuje na obecný postup pro projektování a vytváření výrobní linky.

Výrobní buňky se využívají tam, kde je potřeba rychle a pružně reagovat na měnící se požadavky zákazníků.

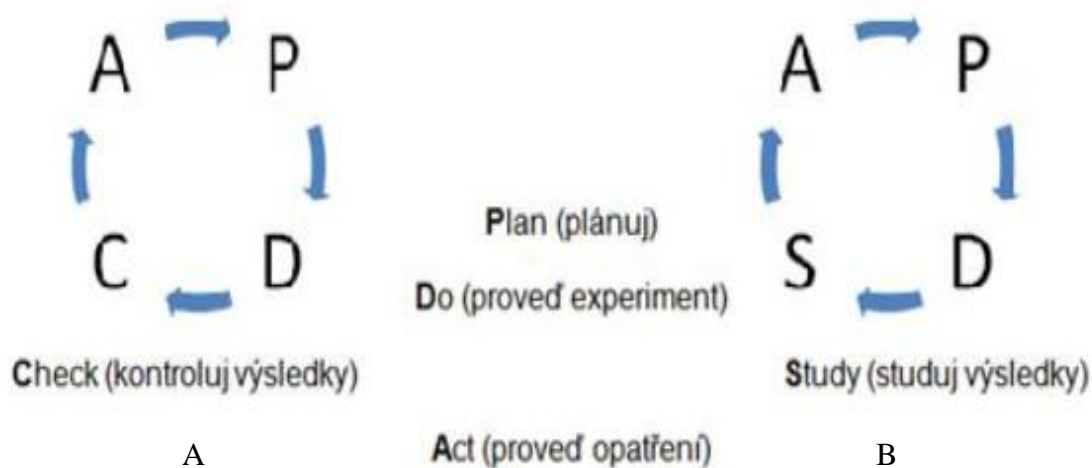
Budování výrobních buněk vyžaduje jistou míru opakovatelnosti. Projektování výrobních buněk je poměrně časově a finančně náročný proces (přesuny strojů, změny layoutu). Výrobní buňky jsou radikálním zvýšením pružnosti, produktivity a tím pádem konkurenceschopnosti zároveň. Velmi často se buňky vytvářejí se zmíněnou metodou 5S viz kapitola 2.1, vizualizací a budováním týmové práce. Finálním výsledkem je synchronizace procesů s požadavky zákazníka.[21]

1.3 Logistický tok

S pojmem logistika a jeho odvozeninami, kam se řadí i logistický tok, se lze setkat jak v odborné literatuře, tak i na pracovištích, kde zaměstnanci dělnických profesí manipulují s materiálem. Z historického hlediska začala být logistika využívána v armádě, obchodu, ale i v dalších oblastech, kde je třeba řídit přesouvání zdrojů na místa spotřeby. První definice logistiky vznikla v USA v roce 1964 na půdě National Council of Physical Distribution Management, kde byla definována jako: „proces plánování, realizace a řízení účinného nákladově efektivního toku materiálu a skladování surovin, zásob ve výrobě, hotových výrobků a souvisejících informací z místa vzniku do místa konečné spotřeby“.[1]

1.4 Optimalizace

Každý funkční proces při realizaci výroby má svého vykonavatele a koncového zákazníka. Je-li cílem výrobního procesu uspokojení potřeb zákazníka, pak je optimalizace nutnost. Konkurenceschopnost spočívá ve stálém přizpůsobování procesů v organizaci a v okolí organizace. Optimalizace má obvykle za cíl zlepšit nebo zrychlit výrobní postup. Proces systematické optimalizace znázorňuje Shewhartův(A) a Demingův (B) cyklus viz Obrázek 2.[5]



Obrázek 2 - Schéma optimalizace [6]

1.5 Neefektivita práce – plýtvání

Plýtvání přeloženo z japonského slova „muda“ v oboru řízení a provozu podle Košturiaka [2] znamená řadu činností, které způsobují snižování efektivnosti a hospodárnosti organizace bez jakékoliv přidané hodnoty. Každý pracovní proces se skládá z efektivní výroby – tj. tvorby hodnot a plýtvání. Odstraněním všech neduhů spojených s plýtváním, lze dosáhnout zavedením výrobního procesu tzv. „štíhlé výroby“ bez ztrát. Plýtvání lze rozdělit na zjevné, skryté a činnosti závislé na zvyšování výroby:

Zjevné plýtvání – činnosti, které očividně nezvyšují hodnotu výrobku a zákazník za ně není ochoten platit (nadvýroba, prověřování, vybalování a balení dílů, repase, cesty atd.).

Skryté plýtvání – činnosti, které se musí za daných podmínek provádět, ale zákazník za ně platit nechce (manipulace s nástroji, obaly, transport dílů na lince, chůze atd.).

Činnosti závislé na zvyšování výroby – na rozdíl od výše dvou uvedených druhů plýtvání je zákazník ochoten za tyto činnosti zaplatit (nýtování, lepení, svařování, šroubování atd.). Cílem je zvýšení podílů činnosti s nárůstem výroby.

1.6 7 druhů plýtvání

Štíhlá výroba je především zaměřena na výrobní podniky se sériovou výrobou v automotive a kupříkladu pání Mašin a Vytlačil ve své knize uvádí [6] sedm druhů plýtvání: nadvýroba, nadbytečné zásoby, transport materiálu, pohyb dělníků, čekání, nízká kvalita, vady.

Nadvýroba

Znamená zhotovit přípravky, výrobky, služby a informace dříve, rychleji a ve větším objemu, než interní nebo externí zákazník požadoval. Vzniká zpravidla buď za účelem vyššího využití výrobních kapacit, nebo za účelem výroby určitého množství hotových výrobků navíc na sklad. Zdánlivě se to může jevit jako vytváření zásob pro nepředvídatelné události např.: poruchy výrobních zařízení, náhlé vysoké zmetkovosti apod. Zároveň vzniká zbytečná potřeba skladovacích prostor a zvyšují se dopravní i

administrativní náklady. Nadvýroba je nejhorším druhem plýtvání, protože se na něj váže zbývajících šest druhů plýtvání.[6]

Znaky nadvýroby:

- plné zásobníky či transportní úseky;
- dlouho ležící díly a polotovary;
- hromady hotových výrobků určených k akční ceně nebo recyklaci.

Metody pro odstranění nadvýroby:

- aplikace metod SMED a TPM;
- definice minimální a maximální výroby;
- flexibilní využití zaměstnanců a dodržování standardů.

Nadbytečná zásoba dílů nebo polotovarů

Tento typ plýtvání vzniká skladováním náhradních dílů, materiálu, nedokončených výrobků, hotových výrobků atd. Všechny tyto položky zbytečně zabírají místo a vyvolávají potřebu dalších nákladů, jako jsou vysoko zdvižné vozíky, regály, další pracovníci atd. Pro udržení nadměrně vysokého pracovního kapitálu se v zásobách zbytečně vážou finanční prostředky, které by bylo možné účelně vynaložit jinde. Ve filosofii štíhlé výroby je tento druh plýtvání jedním z největších „prohřešků“.

Znaky nadbytečných zásob:

- zablokované operační cesty;
- hledání dokumentace;
- velká potřeba prostoru (linka nebo kanceláře).

Metody regulující nadbytečné zásoby:

- zavedení metod SMED, Kanban a One-piece-flow;
- pevný výrobní takt;
- expertní plánovači.

Plýtvání transportem

Přemísťování polotovarů a hotových výrobků mezi procesy výroby, odchýlení se od plánovaného taktu. Může to souviset i s nadvýrobou. Bez dopravy (externí i interní) se výroba neobejde. V ideálním případě by doprava zahrnovala pouze přepravu materiálu do firmy a odvoz hotových produktů z firmy, avšak praxe je velmi odlišná. Často bývá výrobní proces oddělen do několika úseků, sklad bývá taktéž vzdálen od výroby. Materiálový tok musí být pak zajištěn vnitropodnikovou dopravou, náklady na ni však znamenají plýtvání. Vysokozdvizné vozíky, dopravní pásy, paletové vozíky apod. – to vše znamená plýtvání peněz zbytečnou dopravou.

Znaky plýtvání transportem:

- mnohonásobná manipulace s díly, výrobky a dokumentací;
- dlouhé přepravní cesty a přeplněné sklady;
- špatný layout výrobní linky.

Metody zabraňující plýtvání transportem:

- plynulá výroba – tah;
- logistickí na výrobní lince;
- sklad, předmontáž a balicí sklad v blízkosti výrobní linky.

Pohyb dělníků při výrobě

Za účelem vyzvednutí či odložení nástrojů, dílů, informací nebo pohyb člověka při manipulaci se strojem v procesu. Málomnohý pohyb dělníka dodá přidanou hodnotu. Hodnotu však nepřidávají mnohé pohyby paží montážního pracovníka u výrobní linky: zvednout součástku ze zásobníku – pohyb, který nepřiblíží rozpracovaný výrobek k jeho dokončení. Dle filosofie štíhlé výroby teprve přimontováním součástky k výrobku nabude výrobek vyšší hodnoty. Co je nákladově efektivnější: nechat dělníky natahovat paže při sbírání součástí z krabice nebo přemístit krabici a redukovat tak jeden pohyb?

Znaky plýtvání v pohybu:

- přenášení dílů, nástrojů nebo dokumentace;
- dlouhá chůze, zbytečné pohyby pracovníků při operacích;
- hledání dílů, osob a materiálu na pracovišti;
- operační zóny robotů.

Metody pro odstranění pohybu:

- optimalizace dosahu;
- práce v jednom taktu a mechanizace procesů;
- aplikace metody „One touch & one move“.

Čekání

Vzniká na místech a v situacích, kde si lidé při výkonu práce vzájemně překáží, člověk čeká na člověka, stroj čeká na člověka nebo opačně. K tomuto typu plýtvání dochází tehdy, kdy kvůli čekání na cokoliv nelze pokračovat ve výrobním procesu. Mezi nejčastější zdroje čekání patří zejména porucha stroje, nedostatek materiálu, nerovnoměrná výroba, ale také absence potřebných informací, přílišná byrokracie. Tento druh plýtvání je snadno identifikovatelný.

Znaky čekání:

- čekání na materiál a dokumentaci;
- čekání na kolegy v provedení společné práce;
- čekání na seřízení strojů a předcházejících procesních kroků.

Metody pro odstranění čekání:

- zavedený pevný zákaznický takt a vybalancování;
- zvýšení samostatnosti pracovníka při řešení nestandardních situací;
- zjednodušení materiálových toků.

Nadbytečné zpracování nebo nízká kvalita

Zbytečná kvalita nebo zpracování, které zákazník nepotřebuje a není ochoten zaplatit. Plýtvání lze také identifikovat v samotném technologickém procesu výroby. Může se např. jednat o vznik otřepů z nespolehlivé pily, špatně rozmístěnou výrobní linku, příliš náročnou technologii kontroly kvality atp. Umístit mezi montážní linku a svařovnu pásový dopravník, nebo umístit tyto dvě pracoviště v těsné blízkosti bez dopravníku?

Znaky nadbytečného zpracování:

- duplicitní činnosti a několika násobné zkoušení;
- repase a obalový materiál;
- opakující se kvalitní závady.

Metody pro odstranění nadbytečného zpracování:

- metoda řešení problémů a dostatečná komunikace;
- nízkonákladová automatizace s využitím jednoduchých provozních prostředků a nástrojů.

Vady

Výroba zmetků je plýtvání. Obnáší dodatečnou námahu pro jejich identifikaci a odstranění s vysokými náklady. Vznik nekvalitních, zmetkových výrobků vytváří hned několik zbytečných nákladů. Oprava zmetků vyžaduje čas, práci zaměstnanců i finanční prostředky navíc. Některé defektní rozpracované výrobky mohou vážně poškodit výrobní zařízení. Navíc pokud se zmetky dostanou k zákazníkovi, následky mohou být i fatální. Správný „lean manager“ vede své podřízené k nulové zmetkovosti.

Znak vad

- zmetky, repasní akce, záměny, prodlení termínů dodání a opakující se problémy.

Metody pro odstranění vad

- metoda Poka Yoke, řešení výrobních problémů, dodržování kvality a ISO.

Další druhy plýtvání

Plýtvání nezařazené do výše uvedených 7mi skupin může zahrnovat například nevyužitý potenciál pracovníků v jejich tvořivosti, špatná komunikace, ale i nadbytečná administrativa.[7] Je zde narušen řetězec mezi podnikem a zákazníkem, kde neexistují „toky znalostí a know how“. Níže zobrazený Obrázek 3 ukazuje 8 druhů plýtvání a přidanou hodnotu značenou jako VA (value addend – přidaná hodnota).



Obrázek 3 - 8 druhů plýtvání vs. přidaná hodnota [6]

1.7 Zákaznický takt

Pojem „zákaznický takt“, byl v této práci zmíněn 1.4 a pan Mašín [8] ho popisuje jako rychlost výroby, vycházející z rychlosti prodeje. Zákaznickým taktem je dosaženo sjednocení rychlosti výroby, montáže a prodeje. Při výpočtu zákaznického taktu jde především o stanovení potřeby zákazníka a je nezbytné mu podřídit procesy a úzká místa v organizaci. Výroba tedy vzniká na základě odvolávek zákazníka (následujícího procesu). Výpočet zákaznického taktu je udáván jako poměr dostupného času na směnu a požadavkem zákazníka na směnu. Jako například při přání zákazníka vyrobit za směnu 246 kusů výrobků zákaznický takt bude:

$$\text{ZÁKAZNICKÝ TAKT} = \frac{\text{čas na směnu}}{\text{požadavek kusů zákazníka na směnu}} = \frac{450\text{min}}{246\text{ks}} = 1.8 \text{ minuty}$$

V souvislosti se zákaznickým taktem se operuje s následujícími termíny:

Čas cyklu – čas, který uběhne od zahájení jedné operace do jejího dokončení (jinými slovy čas jednoho opakování dané operace).

Čas cyklu operátora – čas potřebný pro vykonání operace včetně chůze, zakládání, odebírání, kontroly apod.

Čas cyklu stroje – čas začínající stisknutím tlačítka a končící návratem strojního zařízení do základní polohy po dokončení operace.

Se změnou zákaznického taktu je automaticky svázána změna produkce. Výše zmíněný princip lze aplikovat v průřezu celé organizace, například logistika, účetnictví a výroba. Pro reálné stanovení zákaznického taktu je vhodné znát kapitoly 1.8 až 1.10.

1.8 Analýza, měření a normování práce

Průmyslový inženýr na základně stanovených norem musí neustále zlepšovat efektivní využití zdrojů. Znaky strategického řízení jsou v dnešní době důležitou součástí každé organizace, která si je vědoma ztrát, vznikající neefektivní výrobou. V případě analýzy, měření a normování práce existuje několik nejvíce užívaných metod. Autoři magazínu IPA Slovakia [9], píší o cílech analýzy a měření práce jako o zvyšování bezpečnosti práce na pracovištích, definování časových norem a zvyšování produktivity práce.

Přímá metoda měření času

Přímá metoda měření patří mezi nejjednodušší a nejvíce rozšířené metody měření času. Tato metoda je založena na měření výkonu pracovníka při užití klasických stopek. Postup nevyžaduje speciální znalosti v oblasti měření času a tudíž finanční i časové náklady na realizaci jsou nízké. Negativními faktory jsou absence prověření postupu práce a její ergonomie. Tato skutečnost se může negativně odrazit při motivaci pracovníků, jenž velmi často při náměrech zpomalí.[10]

Metoda REFA

Tato metoda REFA klade velký důraz na pozorovatele a na jeho schopnosti posoudit náročnost a účinnost provádění pozorované práce. Následné korigování naměřených časů vyplývá z možnosti posouzení níže zmíněných vlivů:

- přímé měření času, přídavný čas;
- počet opakování;
- odhad pracovního výkonu %.

1.9 Mapování hodnotového toku (VSM – Value Stream Mapping)

Zmapování hodnotového toku obsahuje veškeré postupy informačního a materiálového toku výrobku od jeho objednání, v průběhu výroby až k jeho doručení zákazníkovi. Rother [11] tuto analýzu považuje za zásadní pro štihlou transformaci, která odhalí procesní kroky, za které je zákazník ochoten zaplatit. Kroky nepřinášející hodnotu se odstraňují pomocí metod štihlé transformace.

Pomocí VSM lze sledovat cestu materiálu od dodavatele k zákazníkovi a zakreslit obrázkové reprezentanty každého procesu v materiálovém a informačním toku. Na základě zobrazení současného stavu se poté hledá materiál s nejvyšší přidanou hodnotou v toku materiálu a informací a tím poté dochází k přetvoření na stav budoucí.[11]

Využití VSM:

- plánování nové výroby;
- zavádění nové výroby a nových výrobních procesů.

Postup při tvorbě VSM:

1. Stanovení rodiny výrobků:

- identifikace požadované skupiny výrobků na konci hodnotového toku;
- vyznačení kolik různých hotových výrobků obsahuje jedna skupina, jaké množství požaduje zákazník a jak často.

2. Zakreslení současného stavu:

- měření jsou odvolávky zákazníka (měsíční požadavek, počet pracovních dní, počet směn a počet výrobků za jeden den).

1.10 Špagetový diagram

Miller [12] definuje špagetový diagram jako veškerý pohyb operátorů s materiálem nebo i bez něj v rámci prostoru výrobní buňky. Tato analýza se zaměřuje na odhalení zbytečných pohybů, které musí být odstraněny, protože je to zjevný druh plýtvání.

V půdorysném grafickém schématu s měřítkem výrobní buňky (layoutu), jsou vyznačena pracoviště, kde jsou vykonány jednotlivé operace. Na základě čar mezi jednotlivými pracovními místy, lze vypočítat vzdálenost a frekvenci manipulačních tras a činností. Úkolem průmyslového inženýra je tak odhalit četnost a vzdálenost chůze počtem čar po pracovišti i mimo něj a následně je eliminovat na minimum. Špagetový diagram je tedy dobrým podkladem pro určení rozmístění pracovišť a operátorů.

2. Metody štihlé výroby

V této kapitole jsou popsány jednotlivé metody štihlé výroby, které vedou k minimalizaci výrobních nákladů, optimalizaci výroby, maximalizaci efektivity práce a co nejvyšší konkurenceschopnosti na trhu práce.

2.1 Metoda 5S – pořádek na pracovišti

Metoda 5S jako většina užitečných metod, byla zformována jako součást Toyota Production System. Ten tvoří ucelený systém metod k zlepšení postavení firmy na trhu. Metoda je zaměřena na efektivitu výroby a kvalitu výrobků. Není to jen záležitostí jedné společnosti Toyota, ale je to vlastně logické vyústění snahy celého Japonska o obnovení hospodářství po 2. světové válce. Z Japonska se metoda postupně dostala až do USA i Evropy.[13]

Firmy by chtěly implementovat složité systémy, ale ty nejjednodušší a nejzákladnější jsou opomíjeny. Přitom se nabízí jednoduché a poměrně elegantní řešení. Pan Bauer [13] uvádí důsledné zavedení a dodržování metody známé pod zkratkou 5S. „5S“ Je zkratkou pěti japonských slov: Seiri (vytřídí), Seiton (uspořádej), Seiso (čisti), Seiketsu (standardizuj), Shitsuke (udržuj) a jejím cílem je v podniku vytvořit a udržet čisté a organizované pracoviště. Metoda 5S určitě není o tom "uklidit si". V případě, že je takto chápána, není divu, že již při jejím vyslovení většina lidí propadá skepsi a pochybuje o jejím reálném přínosu. Tuto metodu je však třeba chápat mnohem hlouběji. Při její důsledné implementaci lze odstranit základní formy plýtvání, definovat layout pracoviště, standardizovat výrobní proces, zvýšit kvalitu produkce, zkrátit čas pro zapracování nového zaměstnance, ušetřit plochu, zabránit hledání nástrojů a nářadí, zajistit pořádek a čistotu na pracovišti a v neposlední řadě zlepšit kulturu prostředí a vytvořit podmínky pro další zlepšování a optimalizace. Když máme jednoznačně a pro všechny pracovníky závazně nastaven standard práce, můžeme podnikat kroky pro další zefektivňování vykonávaných činností.

Metoda systematicky vede pracovníky k odstranění nepotřebných věcí z pracoviště, zajištění organizace potřebných nástrojů, přípravků a součástí z pohledu ergonomie a omezení časových ztrát jejich hledáním. Zároveň klade důraz na čistotu na pracovišti.

Metoda 5S předpokládá:

S (Seiri) – odstranit nepotřebné (vytřídit):

- identifikace co je na pracovišti nezbytné a co lze vypustit;
- v okolí pracoviště označit zbytečné věci a postupně je vyřadit a odstranit.

S (Seiton) – organizovat (upořádej):

- věci uspořádat na správná místa a mít je k použití ve správný čas.

S (Seiso) – uklidit (čistit):

- denně provádět úklid, čištění a údržbu pracoviště a zařízení.

S (Seiketsu) – standardizovat:

- zavést a dodržovat standardy čistoty;
- každý je zodpovědný za své pracoviště;
- nikdo neuspěje sám, důležité je spolupracovat;
- nedovolit navrácení věcí do původního stavu;
- zavést úklid jako součást prevence úrazů a ochrany zdraví při práci.

S (Shitsuke) – vyžádat disciplínu:

- nespoléhat se na to, že se uklízí na konci směny;
- úklidová disciplína se musí dostat všem do podvědomí, z úklidu udělat zvyk;
- dodržovat kulturu prostředí, pak je teprve možné cítit se v práci jako doma.

Využití metody 5S v praxi se týká spíše o sady jednoduchých principů, z nich plyne čistota a pořádek kolem pracoviště, což je jeden z nutných předpokladů kvality a neustálého zlepšování. Zásady musí platit pro všechny zaměstnance v daném úseku výroby. Nejčastěji je metoda uplatňována ve výrobních podnicích.[13]

2.2 Metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies)

SMED je zkratkou anglického spojení „Single Minute Exchange of Dies“, což volně přeloženo znamená „Výměna nástroje pod 10 minut“. Metoda je vhodná pro přestavbu a seřízení strojů při změně výrobního sortimentu a zároveň pomáhá tento čas snižovat. Pomocí této metody lze vyrábět výrobky v malých sériích.

Historie SMED sahá až na přelom 50. a 60. let do Japonska. Byla vyvinuta v prostředí automobilového průmyslu, kdy přestavba lisů vyrábějících různé části automobilů, představovala velké časové ztráty. Aplikací SMED byly tyto časy zkráceny řádově do minut.

Metoda rychlého seřízení / bleskové výměny nástroje je založena na:

- interní operace – činnosti v klidu stroje (např. vlastní seřizování nástroje, které je možno provádět v případě zastavení stroje);
- externí operace – činnosti v záběhu stroje (např. doprava do skladu, příprava nástroje i stroje – všechny operace, které lze provádět i při chodu stroje).

Mašín [8] ve své knize popisuje změnu a seřizování nástrojů jako plýtvání, které rozdělil do 4 kategorií:

- plýtvání při montáži a demontáži;
- plýtvání času při přípravě na změnu;
- plýtvání pro čekání na zahájení výroby;
- plýtvání při seřizování a odzkoušení.

Přínosy SMED

Přínosy této aplikace jsou zlepšení výrobního procesu s lepší organizací, pořádkem, synchronizací, komunikací, eliminace ztrát kapacit strojů, snížení průběžné doby výroby, snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti, snížení stavu zásob u materiálu a hotových výrobků a zlepšení bezpečnosti práce.[8]

2.3 Vizuální management

Informace, které vnímáme i přijímáme zrakem z 83%. Zrak spolu se sluchem představuje nejvyšší kapacitu vjemů a přijímají tak největší množství informací. Bauer [13] tak za hlavní cíle vizuálního managementu považuje seznámení a integraci jednotlivých cílů zaměstnanců do širších souvislostí. Důležitost vizualizace spočívá v poznání cílů a úloh, kam patří obrazová dokumentace, grafika, barevné kódování čar a linií, signalizace, check listy a kanban. Tyto vizuální techniky jsou součástí štihlé výroby a logistiky.

Vizuální management obsahuje:

- označení materiálů na podlaze, neshodných dílů, regálů, taktů, materiálových zón, mistrovských úseků, problémů a závad na pracovišti;
- regálový list, regálový výlep, vizualizace hlavních parametrů provozu a jejich vývoj, návodů a postupů;
- jasné znázornění konkrétních cílů pro jednotlivé týmy;
- označení pracovišť a rozhodujících zařízení;
- barevné odlišení pracovního oděvu koordinátora týmu;
- fotografie koordinátora týmu a mistra na týmové tabuli;
- obrazová návodka Total Product Management.

2.4 Standard

Standard lze jej podle knihy Košturiaka a Frolíka [3] popsat jako nejlepší, aktuálně známý postup k provedení úkonu, který zároveň zajišťuje podmínky pro bezpečné, ergonomické procesy s vysokým podílem přidané hodnoty. Procesem s názvem „Pracovní snímek dne“ je pak možné určit, zda to, co se má dělat, se skutečně dělá. Práce v „U-buňce“ se standardy souvisí s vizualizací a prací v týmu. K takové práci jsou vytvořeny tzv. pracovní návodky, kde by měly být obsaženy fotografie, náčrty či technické výkresy s jednoduchým popisem operací. Standardy tedy mají za cíl naučit operátory výroby a další zaměstnance rutinní postupy tak, aby se předešlo chybám a kolizím v pracovním postupu. Nedodržování těchto standardů vede k plýtvání, ohrožení bezpečnosti v pracovních procesech a kvalitě finálního výrobku.

2.5 Ergonomie

Ergonomii popisuje Chundela [14] ve své publikaci jako vědeckou disciplínu, která se zabývá vztahy mezi člověkem a ostatními prvky systému a využívá poznatků, údajů, zásad a metod k takovému řešení, aby bylo dosaženo optimální pohody člověka při jeho činnosti a požadované výkonnosti.

Ergonomický způsob práce hraje ve výrobních procesech důležitou roli. Polohy, které jsou z pracovního hlediska nefyziologické, se musí vyloučit nebo ponechat jen zřídka a po omezený čas. Vhodná ergonomie přispívá k pracovní pohodě pracovníka, jeho ochraně zdraví, ale má také svůj ekonomický význam. Souvisí s kvalitou práce a tudíž i produktivitou. Tím, že bude firma dbát na dodržování ergonomických pravidel, bude zároveň odstraněno plýtvání.

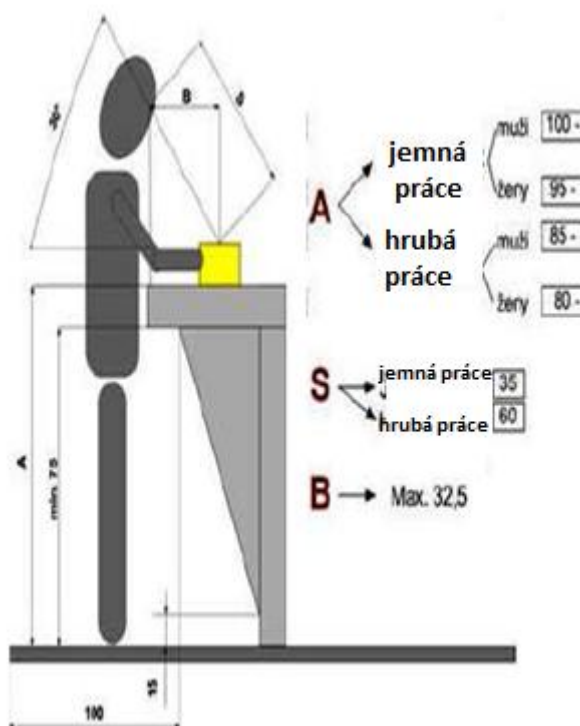
Ergonomie bere v potaz nefyziologické pracovní polohy, optimální výšku pracovní roviny, dosahy horních končetin, požadavky na prostory pracoviště a manipulaci s břemeny, polohy v kleče, v dřepu, mezní polohy kloubů dolních končetin. Z těchto důvodů je vhodné zajistit operátorům střídání pracovišť s různými pracovními postupy i polohami, popřípadě zavést bezpečnostní přestávky.[14]

Cílem ergonomie jsou polohy, které jsou z pracovního hlediska pro pracovníka nefyziologické. Tyto polohy je třeba vyloučit či povolit jen krátkodobě nebo výjimečně. Mezi nefyziologické pracovní polohy patří hluboké předklony, záklony, úklony, rotace trupu, rotace hlavy, vzpažení horních končetin nad úroveň ramen a hlavy, polohy v kleče, v dřepu, mezní polohy kloubů horních a dolních končetin, a jiné. Řešením těchto problémů může být rotace zaměstnanců, střídání poloh nebo zavedení bezpečnostních přestávek.[3]

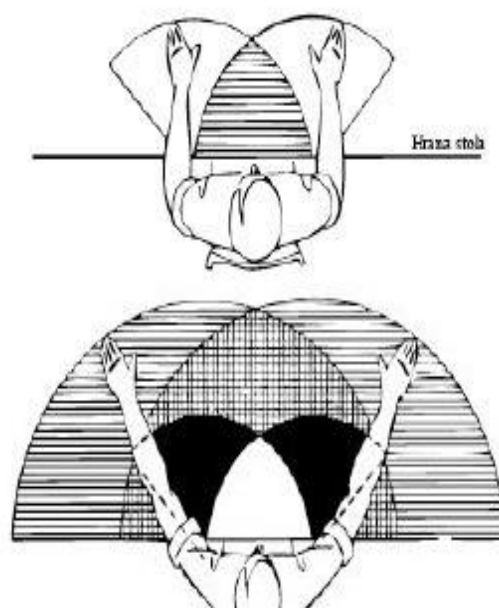
2.6 Optimalizace pracoviště

Pro optimalizaci pracoviště je nutné vycházet z ergonomického způsobu práce tj. standardizované výšky pracovních rovin, krajní oblasti úchopu rukou, optimální úchop, požadavky na prostory pracoviště a také manipulaci s břemeny.

Výška pracovních rovin se vztahuje k danému druhu vykonávané práce. Optimální výška pracovní roviny je zvolena na hodnotu mezi 930 – 1180 mm. Dosahy krajních úchopů rukou zobrazují optimální oblast úchopu, méně vhodné oblasti, kterých by se měli operátoři na lince vyhýbat. Jak lze vidět na Obrázcích 4 a 5, jsou zde i popsány hodnoty v centimetrech pro muže i ženy.



Obrázek 5 - Ergonomie v horizontální poloze [24]



Obrázek 4 - Ergonomie pracovní plochy rukou [24]

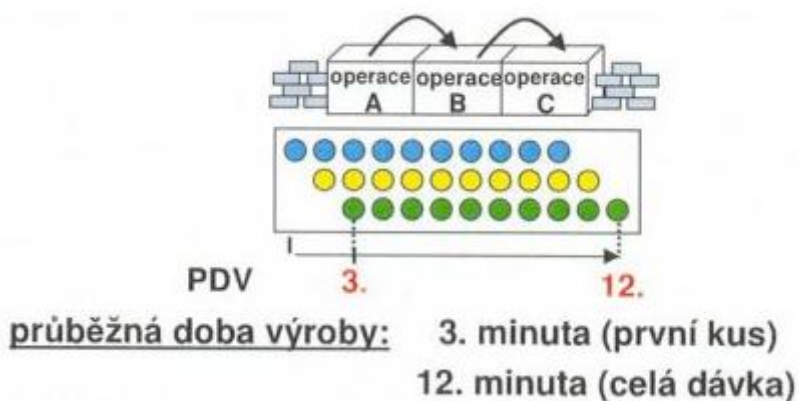
Požadavky na optimální pracovní prostředí zmiňuje IPA Slovakia [15] jako volnou plochu na 1 operátora o velikosti 2 m², bez jakéhokoliv zařízení a spojovacích cest. Plocha k pohybu po vytýčených úsecích nesmí být v nejužším místě pod 1 m, přičemž jednosměrná ulička může být široká minimálně 0.85 m. Stroje a zařízení musí být vzdáleno minimálně 0,6 m od pevných překážek.

Manipulaci s břemeny je třeba co nejvíce omezit, neboť je příčinou zdravotních poškození pohybového aparátu. Tento problém lze řešit pomocí vhodných manipulátorů. U mužů je dle ČSN [17] maximální hmotnost břemene 30 kg, u žen 15 kg. Maximální přípustná hmotnostní limita za směnu je u mužů 10 000 kg, u žen 6 500 kg.

Optimalizace pracoviště zamezuje zbytečným pohybům, odhaluje to špagety diagram. Umožňuje ergonomické pracovní postupy: podpora práce oběma rukama, možnost úchopu naslepo a umožnění uchopení v bezprostředním poli pohledu.

2.7 Plynulá výroba jednoho kusu v „U-buňce“

Jde o druh práce, který se nejvíce používá v automotive průmyslu a „U-buňkách“. V této výrobě prochází výrobek jednotlivými operacemi plynule, bez přerušování a čekání. V určitém časovém horizontu je vyráběn výrobek, na který bezprostředně navazuje operace výroby další. Díky tomu odpadá nutnost mezizásob a předchází se čekání a nadbytečným hromaděním rozpracované výroby. Plynulá výroba jednoho kusu „One piece flow“ je základem štíhlé výroby.[17] Obrázek 6 ilustruje „One piece flow“ přesun polotovaru mezi jednotlivými operacemi.



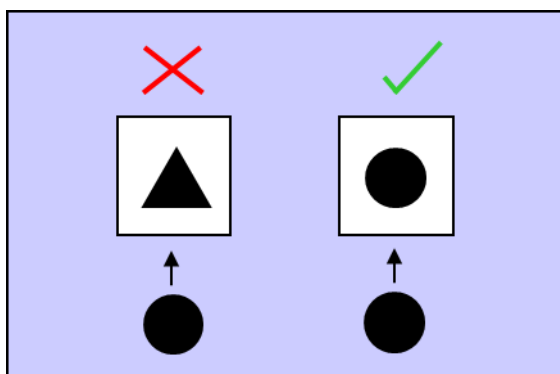
Obrázek 6 - One piece flow [23]

Přínosy toku jednoho kusu:

- snížení rozpracovanosti výroby výrobních ploch;
- rychlejší identifikace nekvality;
- eliminace úzkých míst;
- snížení průběžné doby výroby.

2.8 Metoda Poka-Yoke

Metoda Poka-Yoke pochází z Japonska a byla poprvé použita Shigeo Shingem v 60. letech 20. století. Název Poka-Yoke v překladu znamená „chybám vzdorný“ a ilustruje jí Obrázek 7. Shimbun [16] přepracoval proces výroby malého spínače se dvěma tlačítky. V tomto procesu dělníci při montáži dílů zapomínali umístit pružinu pod některé z tlačítek. Úprava spočívala v přidání bílého talířku na výše zmíněné pružiny a rozdělení úkolu na dva kroky. V prvním kroku si dělník nejdříve připravil dvě pružiny na bílý talířek a v druhém je namontoval. Pokud mu po dokončení operace zbyla na bílém talířku pružina, věděl, že zapomněl pružinu namontovat a mohl okamžitě svou chybu napravit.



Obrázek 7 - Metoda Poka Yoke [16]

Hlavním úkolem metody Poka-Yoke je podle Shimbun a dalších spoluautorů [16], zabránění či okamžité rozpoznání chyb. Je zde řeč o chybách, které jsou zaviněny selháním lidského faktoru. Chyby vznikají chybným, chybějícím či neúplným provedením operace a úkolu. Princip Poka-Yoke spočívá v zabránění záměn nasazením zařízení nebo optimalizovaným vychystáváním materiálu. Dále je zde možnost stanovit opatření v případě rozpoznání chyby a tím zabránit repasní práci.[16]

Druhy chyb, které mohou v procesu výroby nastat:

- chyby způsobené nedorozuměním, v identifikaci, prováděné amatéry, způsobené pomalostí, chyby z překvapení, záměrné chyby.

2.9 Metoda TQC (Total Quality Control)

Komplexní metoda řízení jakosti vychází z prací Masaaki [19] a byla zdokonalena v Japonsku. TQC postihuje všechny činnosti v podniku a zapojuje všechny pracovníky do procesu zlepšování jakosti. Např. v automobilovém průmyslu nestačí jenom kontrolovat jakost výroby, ale na dosahování jakosti se podílí i oddělení marketingu, prováděním průzkumu požadavků zákazníků a oddělení vývoje, které musí tyto požadavky uplatnit při tvorbě nového výrobku. Podnik musí pro nový výrobek zajistit odpovídající servis, zabezpečit uspokojivé řešení reklamací a likvidaci opotřebeného výrobku. Z tohoto příkladu lze usoudit, že se TQC v požadavcích příliš neliší od ISO 9001, hlavní rozdíl spočívá ve způsobu realizace. Jakost nedělá jen několik specialistů z útvaru jakosti, ale všichni pracovníci podniku. Proto je při řízení jakosti kladen důraz na lidskou stránku. Znamená to, že všichni pracovníci jsou motivováni k dosahování jakosti a mají odpovídající vzdělání v oblasti jakosti. Pak lze dosahovat vysoké jakosti metodou neustálého zlepšování procesu, založenou na činnosti kroužků jakosti, využívajících vertikálních i horizontálních metod řízení.

2.10 Metoda TPM (Total Productive Maintenance)

TPM nebo také „úplná produktivní údržba“ se orientuje na hardware firmy, kdežto výše uvedené TQC spíše na software. Úplná produktivní údržba může obsahovat tyto části:

- odstranění vad, poruchovosti;
- odstranění nulových ztrát rychlosti strojů;
- zvýšení kvalifikace zaměstnanců – nulové chyby.

Filosofií TPM je soustavná péče o zařízení s cílem neustálého zvyšování jejich efektivnosti a spolehlivosti. Při správném uchopení této metody je možné dosáhnout výborných výsledků, které se ovšem bohužel nedostaví hned, jak je od mnohých očekáváno. TPM je během na dlouhou trať a přestože se obvykle dosahuje prvních pozitivních výsledků již po šesti měsících zavádění, významných zlepšení se dosahuje až po letech usilovné práce. Na druhou stranu – bez TPM nelze dostatečně dobře zavádět ostatní metody štihlé výroby.

TPM je ve světovém měřítku fenoménem a přestože v České republice bohužel tento trend zatím nekopírujeme, do budoucna se mu nevyhneme. Každý podnik, který implementuje výrobní systém s cílem dosažení štíhlosti, je konfrontován se spolehlivostí a efektivností jeho zařízení a TPM je prostředkem, jak v této oblasti dosáhnout úspěchu.[19]

2.11 Kanban

Tento systém KAN – karta a BAN – signál byl vyvinut automobilkou Toyota a je vhodným nástrojem pro dílenské řízení výrobního procesu a plánování výroby. Celý systém funguje tak, že dodavatel, sklad nebo výroba využívá pouze komponenty, které jsou zapotřebí v daném množství a v daném čase tak, aby byly eliminovány přebytečné inventáře. Pracovní stanice jsou umístěné kolem výrobních linek, v rámci tohoto systému vyrobí nebo dodají pouze požadované složky obdržené Kanban karty a prázdného kontejneru, což naznačuje, že budou potřebné další díly k výrobě. V momentě odstávky linky každá pracovní stanice vyprodukuje právě tolik součástí, aby zaplnila kontejner, a poté zastaví. Metodou Kanban lze dosáhnout vyšší produkce zboží.[20]

Základní pravidla systému Kanban:

- následný proces musí odebírat dílce z předchozího procesu podle údajů příslušné kanban karty;
- přidělování výroby součástí bez kanban karty je nepřípustné (vyrábí se jen to, co kanban karta povoluje);
- převzetí nekvalitních dílců z předchozí operace je nepřípustné;
- při výskytu neshodného výrobku se výroba okamžitě zastavuje;
- palety s dílci mohou být přemístěné jen s kanban kartou;
- množství kanban karet v oběhu musí být v souladu s potřebou finální produkce.

Základní typy Kanbanů:

- jednokartový systém a dvoukartový systém;
- interní a externí;
- elektronický a papírový.

2.12 Workshop – demonstrační příklad

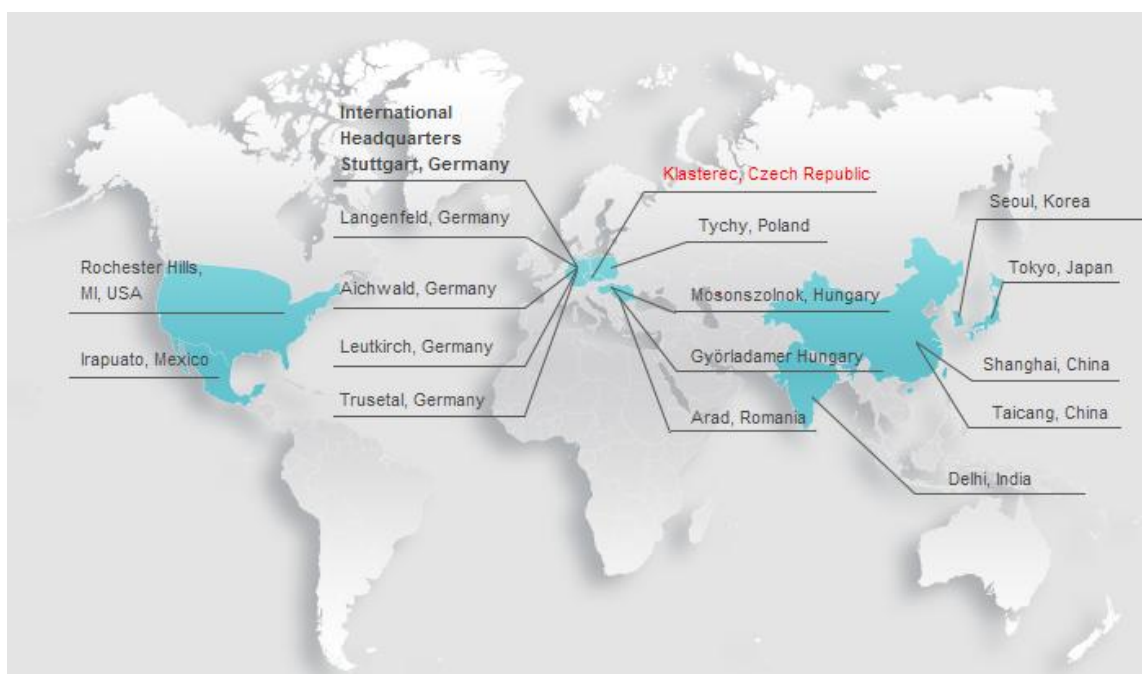
Je vzdělávací aktivita, při které se sejde tým průmyslových inženýrů, logistiků, disponentů a managementu firmy. Prostřednictvím různých technik jako brainstorming nebo zpětná vazba, diskutují na aktuální témata k řešení stanoveného problému. Metodika workshop je zaměřena na takové plýtvání, které je možné odstranit v krátkém časovém horizontu a bez potřeby vyšších investic. Zásadou workshopu je teoretická nebo praktická znalost dané problematiky všech účastníků, kteří tak jsou schopni na dané téma hovořit. Workshop bývá zpravidla ukončen prezentací navržených opatření před top managementem podniku a jejich cílem je odstranit plýtvání a okamžitě zrealizovat opatření.

2.13 Závěr teoretické části

Cílem teoretické části této diplomové práce bylo osvojit si a přiblížit čtenáři teoretický obsah problematiky nutné k pochopení praktické části. Uvedené metody se časem mění a přizpůsobují požadavkům zákazníka, proto se stále optimalizují a upravují ke strategiím a výrobním kapacitám výrobních závodů.

3. Charakteristika společnosti BOS

Od založení v roce 1910 jsou všechny společnosti skupiny v majetku rodiny. Vizionářsky a angažovaně vedou management a spolupracovníky společnosti jako globálního, zákaznický orientovaného dodavatele automobilového průmyslu s nadšením pro zakázkové řešení produktů. Jako mezinárodní společnost na Obrázku 8 se sídly v Evropě, severní Americe a v Asii vyvíjí, vyrábí a prodává BOS inovativní systémy a součástky pro automobilní průmysl. Během více než stoletého vývoje si společnost BOS vypracovala globální a celosvětovou prezenci, vedoucí technologickou a tržní pozici v oblasti významných produktů ve vozidle.[22]



Obrázek 8 - Působení společnosti BOS [22]

Stálá inovace a zlepšování, optimalizace nákladů vývojových a výrobních procesů a nejvyšší kvalita, tvoří náskok před konkurencí a spokojenosti zákazníků. Pokud jakýkoliv výrobní závod zásobuje svými produkty automobilový průmysl, je nezbytné, aby měl vybudovaný a efektivně řízený management jakosti, kaizenu a manufacturing engineeringu podle standardů určeného pro dodavatele automobilového průmyslu, se kterým sdílí systémový certifikát jakosti. Tento certifikát je nezbytný pro každý podnik, který chce být dodavatelem pro automotive průmysl, jenž tuto certifikaci vyžaduje.[22]

3.1 Závod Klášterec nad Ohří

Závod v Klášterci nad Ohří na Obrázku 9, byl skupinou vybudován v roce 1999 a je jediným výrobním závodem mateřské skupiny BOS v České republice, zabývající se výrobou pro automobilový průmysl. Závod disponuje certifikáty kvality a je certifikován dle ISO/TS 16 949 a ISO 14 001. BOS K. nad Ohří po celou dobu svého působení na trhu neustále zlepšuje a zdokonaluje svůj systém managementu jakosti a výrobního procesu. Tato diplomová práce je zaměřena na výrobní část závodu, konkrétně optimalizaci a návrh layoutu výrobní linky produktu Schubfach.[22]



Obrázek 9 - Závod v Klášterci nad Ohří [22]

3.2 Úvod k výrobní lince Schubfach

Linku v době do října 2013 obsluhovalo 6 – 8 operátorů výroby v 3 směnném provozu, ve dnech od neděle 22:00 hodin až pátek do 22:00 hodin, v celkovém objemu produkce 440 kusů denně. Vzhledem k nárůstu odvolávek zákazníka Daimler – Mercedes Benz vedoucí k zvýšení produkce Schubfach, vznikl před oddělením průmyslových inženýrů úkol. Optimalizovat a navrhnout ideální layout výrobní linky pro zajištění denní produkce 738 kusů. V návaznosti k tomuto úkolu, dal tento požadavek zákazníka na vyšší produkci vzniknout tématu této diplomové práce. V závodě autor absolvoval pracovní stáž v celkové délce 5 týdnů, která vedla k analýze stávajícího stavu, poznání toku informací, materiálu a odvolávek, ze kterých vzešel návrh layoutu.

Návrhům předcházelo seznámení se s:

- úložnou schránkou Schubfach;
- komponenty, ze kterých se hotový výrobek skládá (kusovník);
- stávajícím layoutem (lidé, stroje, materiál);
- procesním diagramem, VSM ;
- interní logistikou a kvalitou vstupního materiálu;
- BOZP podmínkami a ergonomií práce.

Prakticky byly zhotoveny analýzy měření práce např. VSM, Value Added analýza => vybalancování linky. Byl naměřen pracovní snímek dne, ze kterého vyšel poměr produkce a plýtvání pracovních činností operátorů s jejich pohybem na lince, který byl zaznamenán prostřednictvím špagetového diagramu.

3.3 Úložná schránka Schubfach

Schubfach je název výrobku skupiny BOS, který je vyráběn na lince stejného jména. Název pochází z německého jazyka a volně do češtiny by se dal přeložit jako: „zasouvací šuplík či úložná schránka“. Instaluje se do zavazadlového prostoru manažerské limuzíny automobilky Mercedes – Benz nejvyšší a střední řady S respektive C – Classe sedan viz Obrázek 10.



Obrázek 10 - Schubfach [22]

Schubfach je bodově připevněn v napevno zamontovaných ližinách v zavazadlovém prostoru ke karoserii vozidla a lze jej snadno vyjmout. V základní poloze je zasunut do nitra kufru a není téměř vidět. Tato základní poloha je vhodná zejména jako tajná schránka před zloději k umístění dokumentů či laptopu viz Obrázek 11.



Obrázek 11 Schubfach základní poloha

Další využití schránky Schubfach se nabízí po stlačení desky a srolování šuplíku do dolní polohy viz Obrázek 12. Tato poloha je zejména vhodná pro umístění nákupu či volně ložených předmětů bez nutnosti fixace. Schubfach schránka absorbuje veškeré kinetické energie, způsobené běžnou jízdou i minimalizuje fatální následky v okamžiku dopravní nehody. Kombinuje tak v sobě praktičnost s bezpečností a jednoduchou obsluhou. Do původní polohy se schránka ihned dostane jednoduchým stlačením ovládacího tlačítka vpravo.



Obrázek 12 - Schubfach vysunutá poloha [22]

3.4 Rozpad kusovníku

Rozpadem kusovníku byl vytvořen detailní výpis všech součástí a veškerých výrobních nebo montážních operací na úložnou zásuvku Schubfach. Komponenty jsou označovány pod kódovými čísly. Podle operací je zřejmé na jakých strojích se rozpracovaný kus vyrábí. Porovnáním komponent a operací z linky Schubfach lze vyčíst, že je možné na lince plynule vyrábět modely W205 a W222, které se liší úchyty, viz Obrázek 11v zavazadlovém prostoru vozidla. Změna výrobku se provádí většinou při střídání směn a není nijak časově ani logisticky náročná. Celou operaci lze provést SMED úpravou jednoho pracoviště a samokontroly, což zabere čas v řádech minut.

Skupina BOS automotive pracuje se systémem SAP, jenž je dostupný, snadno použitelný podnikový informační systém, který monitoruje tok materiálu. Z toho plyne, že lze pod jedním číslem hotového výrobku zjistit všechny veškeré vstupující komponenty, jejich počet na skladě, ve výrobě i počet zmetků v důsledku dodavatelských chyb. Jelikož jsou však subdodávky materiálu převážně v koncernu BOS, je zmetkovitost minimální až zanedbatelná. Zároveň lze zjistit i množství hotových výrobků na skladě. Příklad rozpadu kusovníku v SAP je na Obrázku 13.

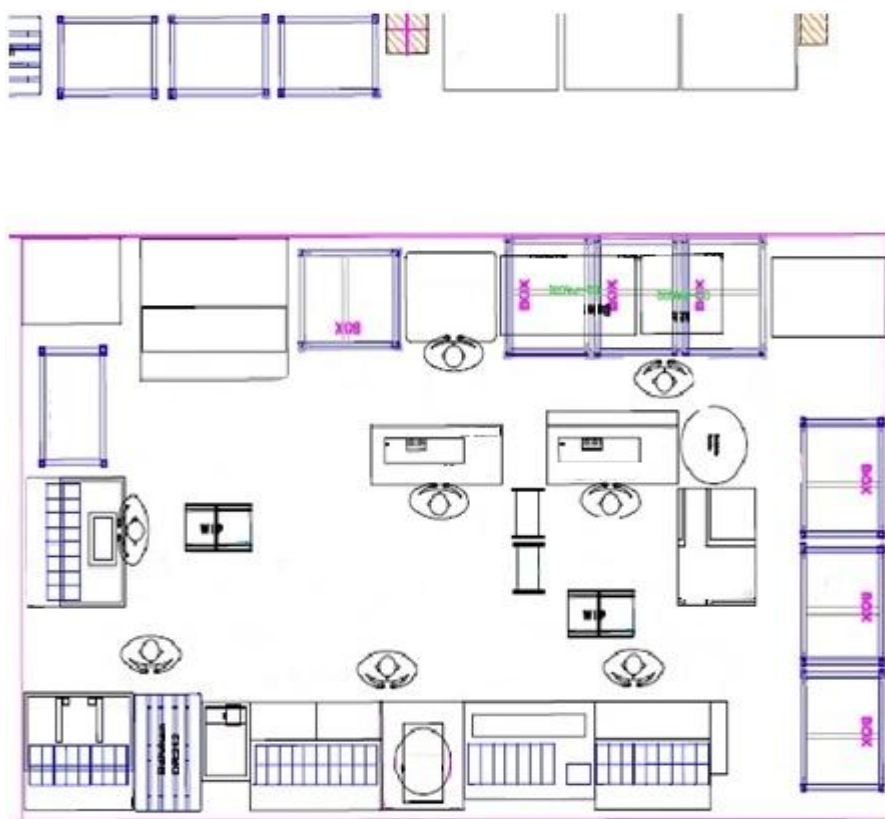
Component	Material Code	Quantity
DC W212 DR Sw Zubehör mit Manual	2900 011340000403	1
label blank roll 45x16 mm	0020 2900 991320008300	1
corrugated cardboard	0030 2900 993600609401	1
Bubble foam 1000 mm	0040 2900 993600628600	1,300
foam 1000x200x20 mm	0050 2900 993600629401	1
assembly manual	0060 2900 992500742400	1
Label 500x70x10	0070 2900 991300775800	1
Carbon Box W212 Schubfach	0080 2900 993600656900	1
Velvet mat 40x50x10	0030 2900 990900017901	1
Velvet mat 40x50x10	0050 2900 990900017901	1
Support tube	0060 2900 990101027900	1
Velvet mat 40x50x10	0070 2900 990900695500	1
Velvet cover 100x100	0080 2900 893300034800	1
Screw, Ejoy Delta PT; K35x10; WN1451; To	0090 2900 990820002901	1
Tube Schubfach	0100 2900 991800925201	1
adhesive felt D8x1 mm	0110 2900 990100000000	1
compression spring	0120 2900 990100000000	1
Screw, Ejoy Delta PT; K35x10; WN1451; To	0130 2900 990100000000	1
velvet strip long 12x281mm	0140 2900 990100000000	1
velvet strip long 12x281mm	0150 2900 990100000000	1
frame	0160 2900 990100000000	1
bearing	0170 2900 990100000000	1
Screw, Ejoy Delta PT; K35x10; WN1451; To	0180 2900 990100000000	1

¹Obrázek 13 - Ukázka kusovníku [22]

¹ Obrázek 13 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

3.5 Stávající schéma linky Shubfach

Tato kapitola je věnována analýze layoutu linky Shubfach v říjnu 2013. Graficky je layout zakreslen a vyexportován ze softwaru AutoCAD, jednotlivá pracoviště a operátoři jsou popsáni číselně a abecedně tak, aby číslo zobrazovalo operátora s úkonem a časem, nezbytným k vytvoření přidané hodnoty rozpracovaného kusu výrobku až po jeho finální zhotovení – balení a vyexpedování z výrobní linky na sklad. Abecedně jsou poté značeny jednotlivá pracoviště s popisem na něm vykonávaných operací. Pro maximální představivost všech úkonů jsou přidány detailní fotografie jednotlivých pracovišť v kapitole 3.4. Dále je proveden pracovní snímek dne s procentuálním výpočtem a grafickým zobrazením činnosti/nečinnosti operátorů. Po seznámení s linkou je také představen špagetový diagram, jenž zobrazuje střídání pracovišť s pohyby operátorů mezi nimi, viz Obrázek 14.



^{II}Obrázek 14 - Layout 8 operátorů [22]

^{II} Obrázek 14 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

3.6 Analýza stávajícího schématu

Ve fázi analýzy byl autor dokonale seznámen a porozuměl stávajícímu stavu linky, tzn. sled operací a tok materiálu v hnízdě výrobní linky. Jednotlivé operace, pracoviště a časová náročnost ke zhotovení rozpracovaného kusu, potřebnému k sestavení výrobku jsou popsány níže s doplňujícími fotografiemi pracovišť.

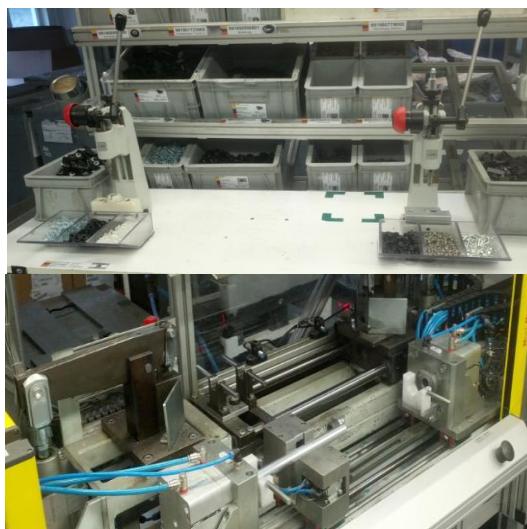
Operátor č. 1 obsluhuje pracoviště A + B + O

úkon	pracoviště	čas
Z O na A > vizuální kontrola > nalepit pásku a odloupnout > zašít 3 strany (kapsa) odstříhnout nitě B > vložit desku a zašít 4. stranu A> složit a na kozu O.	pracoviště: A,B,O	171s



Operátor č. 2 obsluhuje pracoviště D+E

úkon	pracoviště	čas
Montáž D levý + pravý roh, namastit pružiny a vložit do ponožky. E pracoviště na přípravu trubek	pracoviště E,D	120s



Operátor č. 3 obsluhuje pracoviště C+Q

úkon	pracoviště	čas
Všívání zipů C >odložení rozpracované výroby Q.	pracoviště C,Q	210s



Operátor č. 4 obsluhuje F

úkon	pracoviště	čas
O z kozy díl na otáčecí stůl > nalepit 8 pásků + 4 trubky > předat dál > odložení rozpracované výroby> F montáž zasunout zip > přišpendlit > 4 rohy scvaknout do sebe > zasunout 2x pružiny montáž rámu> navinout trubky > zapnout zip	pracoviště C,Q	356s



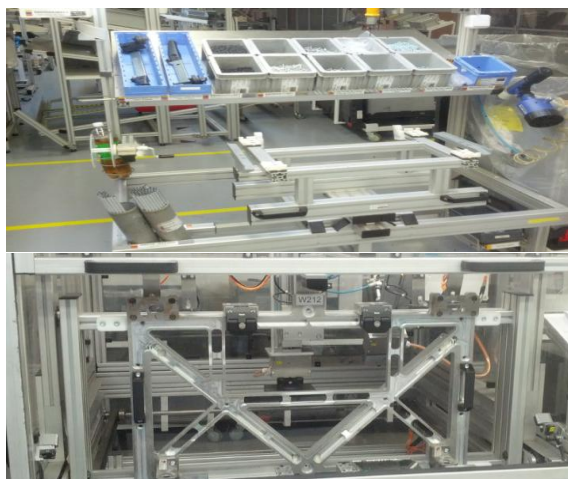
Operátor č. 5 obsluhuje I+Q

úkon	pracoviště	čas
Montáž šín Q > odložení rozpracované výroby Q	pracoviště I,Q	206s



Operátor č. 6 obsluhuje J+K

úkon	pracoviště	čas
Kompletace železného rámu do plastového rámu J > K samokontrola hotového výrobku	pracoviště J,K	189s



Operátor č. 7 obsluhuje K+L+M+Q

úkon	praco.	čas
K - vyjmutí odzkoušeného kusu ze samokontroly> do boxu rozpracované výroby Q > L opálení nití a razítko o provedené kontrole> M předání k balicímu stolu	K,L,M ,Q	105 s



Operátor č. 8 obsluhuje O+P+F

úkon	pracoviště	čas
O balení hotových výrobků do krabice > P vkládání krabic do boxů pro 7 kusů	pracoviště O+P+F	43s



Celé hnízdo „U-buňky“ Schubfach viz Obrázek 15.



Obrázek 15 - Hnízdo U buňky

Obrázek 16 znázorňuje veškeré pracovní úkony, nezbytné k zhotovení jednoho kompletního výrobku včetně popisu operací. Pro maximálně objektivní změření času autor použil čas zhotovení 15 kusů dle jednotlivých operací. Aritmetickým průměrem a následnou sumou těchto časů je vyjádřen celkový čas výroby jednoho kusu.

úkon	kusy	čas
Z kozy na stůl > vizuální kontrola > nalepit pásku a odloupnout > zašít 3 strany (kapsa) odstříhnout nitě > vložit desku a zašít 4 stranu > složit a na kozu.	15 15 Ø 1	45min 12s 2712 s 181 s
Z kozy k šicímu stroji zašít 4x zip a odstříhnout nitě	15 15 Ø 1	54 min 3249 s 216 s
Roh zelený	15 15 Ø 1	6min 51s 411 s 28 s
Roh modrý	15 15 Ø 1	6min 58s 418 s 28 s
Trubky	15 15 Ø 1	12min 37s 757 s 58 s
Z kozy do na stáček stůl > nalepit 8 pásku > 8 trubky > přeladit 88	15 15 Ø 1	37min 35s 2275 s 352 s
Sešít zip > připevnit > 4 roh sešít do sedla > sešít 2x pružiny /mramel rámu > naplnit trubky > sešít zip	15 15 Ø 1	48min 52s 2932 s 395 s
Ušít horní část trouby, šití > připevnit potahovací do dílku > mramel > nřadění a přeladění	15 15 Ø 1	34min 47s 2087 s 340 s
Připevnit rám, sešít rám šití a sešítovací tyč > nřadění > troubování > šití díl > trouby a nalepit fix	15 15 Ø 1	23min 32s 1412 s 94 s
Kontrola > kontrola strop	15 15 Ø 1	
Trubky – naplnit, namazat a do porolky	15 15 Ø 1	4min 4s 248 s 38 s
Sešít kontrola, sešít st, sešít náčta trouby > transport na stáček stůl	15 15 Ø 1	38min 52s 2332 s 308 s
Sešít, nalepit sedlo a (sešítování)	15 15 Ø 1	25min 42s 1542 s 389 s
TOTAL time	1	1400s

^{III}Obrázek 16 - Časy operací

^{III} Obrázek 16 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

3.7 Návrhy zlepšení ergonomie pracovišť v budoucí „U-buňce“

Tato kapitola sobě dala vzniknout jako reakce na zlepšení ergonomie práce na jednotlivých pracovištích. Názory operátorů i vlastní postřehy k inovaci autora. Jejich výpis byl na společném workshopu průmyslových inženýrů představen a z části realizován v samém hnízdě U buňky. Přehledy návrhu jsou detailněji popsány níže:

- Hlásič konce nitě. Včasné upozornění a navázání nové špulky ušetří čas. Když operátor přehlédne včas navázat nit, je operace zdlouhavější, kvůli navádění šicí nitě.
- Instalace natáčecích oproti jednosměrným ventilátorům k pracovištím. Stačí jeden, který nahradí ventilátory dva a spoří el. energii. Navíc tak může být u většiny pracovišť.
- Zvolit vhodnější barvu osvětlení nad pracovním stolem Kleben pro snadnější odhalení zmetkovitosti plošné textilie.
- Zvětšit pracovní stůl na skládání krabic s hotovými výrobky s možností výškové mechanické regulace (princip žehlicího prkna.) Na stůl přimontovat 5 cm vysoký L profil, který zajistí skládanou krabici. Držák lepicí pásky na obou stranách stolu, který vyhovuje pro praváka i leváka. Pod skládacím stolem zřídit druhé patro se zásobníky na aretační pěny.
- Vysávací hadice navinuta na kolotoči. Napojení na stávající savici s čidlem na sběr odpadních pásek. Montáž vypínacího tlačítka. Poloha čidlo/stále sání. Vysavač velice urychlí úklid odpadních a velmi kluzkých nití z linky při střídání směn i během směny. Nebo průmyslový centrální vysavač. Zajistí pořádek a předejde hrozícímu uklouznutí => Metoda 5S.
- Zvětšení prodloužení stolu k úseku sponkování rohů. Tento stůl posunout co nejvíce doleva a nejdál od úseku zhotovení rámu. Setkání montáže rámu a sponkování rohů, koliduje s kontinuální prací, kdy jeden operátor čeká na ukončení pracovního úkonu operátora druhého. Nejlépe je oddělit. Zvážit sponkovačku s třemi sponkami najednou. (Riziko v případě špatného přišpendlení jedné ze tří sponek je nutné odstranit i dvě dobré).
- Zřídit odpadní místo pro sběr odpadních nýtovacích tyček. Buď třídit, nebo kov sbírat a jednou za čas zpeněžit. (Zdroj financí na mechanický posun výšky skládacího stolu).

- V případě tří směnného provozu zvážit výměnu osvětlení s méně náročnými energetickými požadavky. Použité zářivky uskladnit a zařadit je jako náhradní do provozů s jednou či dvěma směny.
- Zlepšovací návrh pro zasouvání nosné desky do předšité kapsy. To lze ovlivnit v předešlém úkonu šití, kde je nutné zajistit vysokou přesnost šití, protože doslova každý milimetr hraje pro následující zasunutí desky roli. Řešení je umístění dřevěných drah na šicí stůl (obdobné jako jsou na Kleben stole). Nebo vodící packy připevněné k hlavě šicího stroje.
- Na Kleben stole snížit spodní patro s bednou s deskami. Bednu posunout více do leva, případně i výřez v bedně k levé straně. Nebo desky skladovat vodorovně s dvojím dnem na pružinách s podavačem. Zřídit obdobný podavač lepicí pásky, který je u stolu s instalací trubek do textilie. Posunout dřevěné vodící dráhy na Kleben plane více doprava.
- Kolíček na Kleben plane pro uchycení menšího dílu textilie.
- Pedály na šicím stroji zajistit proti velmi snadnému pohybu, klouže a hrozí uklouznutí.
- Navrhnout dodavateli pružinek jejich vertikální skládání s oddělenými buňkami pro každou pružinu zvlášť. V současném stavu jsou pružinky do sebe zaklíněny a jejich oddělování je zbytečné zdržování operátora=> plýtvání času.
- Vyjednat s dodavateli trubek dodávky rovnou s výkusem. Pracoviště by se tak dalo úplně vynechat, spočítat náklady na operátora a na dražší, ale už hotovou trubku. Pokud není možné pracoviště vynechat, vytvořit větší zásobníky pro hotové trubky. Odpad sbírat.
- Umístit chrániče na upínací železné desky, které předejdou poškrábání plastového rámu výrobku. Na pracovišti kde se opalují nitě a dává razítko.
- Zvýšit efektivitu ze strany handlerů (naplánovat jejich pohyb), častější takt doplňování krabic do zásobníku k balicímu stolu.
- Podle autorova názoru má vůně také vliv na výkon operátorů, instalace osvěžovače (zvlhčovače) vzduchu (nemožnost větrání), atp. dost možná přispěje k lepší pracovní náladě a vyšší produktivitě práce. Sami posuďte, pokud pracoviště příjemně voní nebo naopak a jaký pocit a náladu to ve vás vyvolává.

Ze zjištěných příspěvků operátorů a návrhů autora byl následně zorganizován workshop s průmyslovými inženýry a managementem podniku. Obrázek 17 zobrazuje jeden ze slajdů výsledků workshopu ve firmě BOS – problém a jeho řešení s ergonomií pracoviště balení viz požadavek operátorů výše.



Factory / Product

Před 08/2013
Návrh/Zlepšení
Po 08/2013



Neergonomické pracoviště – pracoviště na balení je vysoko. Operátorky mají problém při skládání krabice – nedosáhnou tam a stojí na špičkách.

Pracoviště se snížilo tak, aby se dobře dosáhlo na krabici při jejím skládání.



Cena investice		Úspory	Procent	Sumarizace
Invest	0.000 €	MA-Produktivität / Operator productivity:	00 %	000 €
Stunden/ hours	000 h	Fläche / Floor space:	00 %	000 m ²
		Others: xxxxxxxxxxxxxxxx	00 %	000 €

Obrázek 17 - Úprava pracoviště [22]

3.8 Value Stream Mapping Schubfach

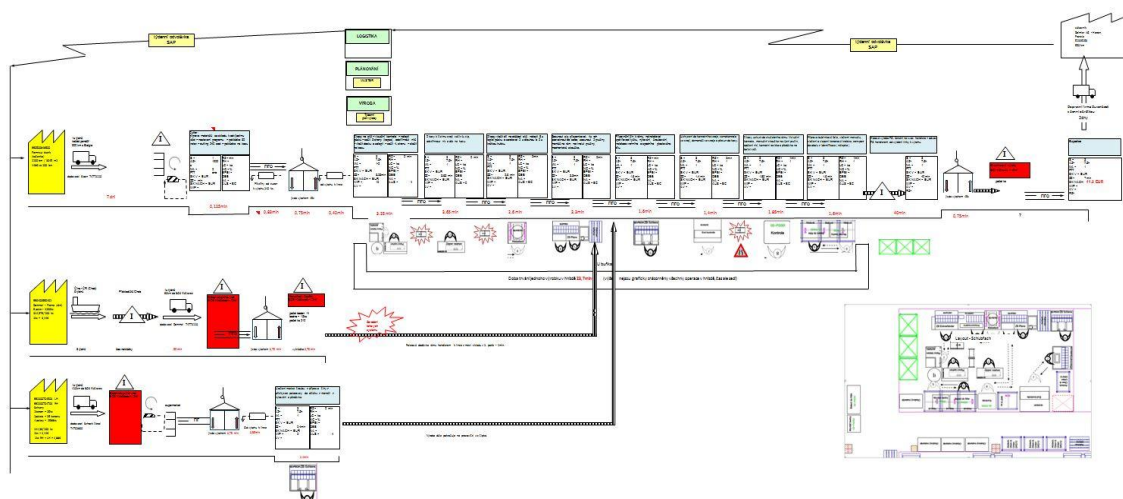
Denní plán výroby úložné zásuvky Schubfach byl do října 2013 podle odvolávek zákazníka 483 kusů ve třech pracovních směnách. Tabulka 1 ukazuje potřebné kroky k zmapování toku hodnot.

Tabulka 1 - VSM Schubfach

Odvolávka zákazníka	
Měsíční požadavek zákazníka	9660 ks/měsíc
Počet pracovních dní v měsíci	20 pracovních dní
Počet směn za den	3 směny
Denní požadavek	483 ks/den

Na základě odvolávky zákazníka byla vypracována mapa toku materiálu a rozpracované výroby v layoutu. Mapa se zpravidla kreslí v Excelu a skládá se z domluvených značek, dle interní příručky jakosti. Tok materiálu i celková geneze postupu výroby se zakresluje zleva doprava. Pro kreslení VSM je nutné se předem seznámit s logistickým řetězcem celé linky. To znamená začít od disponentů, kteří reagují na odvolávky zákazníků a dle nich objednávají materiál, potřebný k vyrobení výrobku. Seznámení s tokem materiálu pokračovalo v přízemním patře závodu, kde se nachází sklad, výrobní linky MQB, stříhací zařízení a tzv. super marketů. Pro potřeby k vypracování této analýzy byl autor seznámen s oddělením jakosti, expedice skladu, cutteru a super marketu. Přivezený materiál do závodu je expedicí zkontrolován z hlediska množství a kvality na skladě a přiložené dokumentace. Následně je materiál v krátkém časovém úseku skladníky převezen do super marketů. Super market je menší forma skladu, ve kterém se nachází položky kusovníku jednotlivých výrobních linek. Super market tak usnadňuje přípravu položek kusovníku pro handlery, kteří jednotlivé linky zaváží materiálem dle typu linek. Zvlášť byly sledovány dvě nejdražší položky kusovníku. Prvním materiálem jsou role s plošnou textilií, které jsou odvíjeny a skládány do vrstev na cutteru a následně vyřezány na předlohy, zakreslené v CAD systému.

Druhou nejdražší položkou byly sledovány železné rámy, které jsou dováženy z Číny. Veškeré pozorování a zakreslování bylo časově náročné, avšak nezbytné k objektivnímu vytvoření reálné VSM analýzy. Analýza je zakreslena podnikem určenými standardizovanými symboly a mapou toku materiálu viz Obrázek 18.



Obrázek 18 - Value Stream Mapping

Informační mapa obsahuje údaje o plánování výroby, pohybu materiálu a jeho ceně, data zákazníka a dodavatele, množství, jednotlivé časy nutné k výpočtu zákaznického taktu, zásobování a upozornění na potenciální úzká místa ve výrobě. Vpravo dole je pak zakreslen layout, kde výroba probíhá.

Po zakreslení všech výše uvedených informací a položek je možné spočítat poměr celkových časů mezi přidanou / nepřidanou hodnotu (VA index). Index přidané hodnoty je poměr celkové doby, za kterou je na výrobku přidávána hodnota k celkovému průběžnému času, kdy výrobek vzniká podle vzorce (1). Z výsledků grafického znázornění vystupují tyto hodnoty v Tabulce 2.

Tabulka 2 - VA index

Přidaná hodnota času [min]	23.85minut
Nepřidaná hodnota času [min]	66300minut
Celk. průběžný čas tvorby produktu (\sum VA time + \sum NVA time) [min]	66323.85minut
VA index [%]	0,036

Po dosazení získaných hodnot:

$$VA\ index = \frac{\Sigma\ VA\ time\ [min]}{\Sigma\ VA\ time + \Sigma\ NVA\ time\ [min]} * 100\ [%] \quad (1)$$

$$VA\ index = \frac{23,85}{23,85+66300} * 100 = 0,036\ \%$$

Z Tabulky 2 lze konstatovat, že produktivní čas je kratší a neproduktivní delší. Ideální stav je k úrovni, blížíci se 5%. Výsledek VA indexu 0.036% poukazuje, že proces je zatížen plýtváním z důsledku nadměrných zásob. Je nutné dodat, že měření silně ovlivnily dva fakty. První je ten, že ocelové rámy putují z Číny 6 týdnů. Druhý fakt je neočekávané zdržení hotových výrobků na skladě, kvůli logistickým problémům dopravce.

V případě, že by se doba dopravy snížila o 4 dny (tj. 5000min) poté je dosaženo:

$$VA\ index = \frac{23,85}{23,85+61300} * 100 = 0,039\ \%$$

Logistické zdržení na míru zásob nemělo velký vliv. Šest týdnů lodní přepravy z Číny do České republiky vzalo za své. Nicméně fakt, že rámy z Číny jsou výrazně levnější než jejich výroba s kratším dodáním v Evropě, umazává vzorec VA index a ve finálních propočtech se vyšší zásoba rámu vyplatí.

VA index bez nadbytečného skladování rámu a svoz-odvoz hotové výroby dopravce každých 12 hodin.

$$VA\ index = \frac{23,85}{23,85+680} * 100 = 3,4\ \%$$

Hodnota 3.2% bez započítání rámu a pravidelnému svozu a odvozu dopravcem dle stanoveného plánu, vypovídá o takřka ideálním stavu. Navíc firma BOS má v rámech kapitál, nikoliv prostory nutné k uskladnění zásob, které by překážely ostatním položkám kusovníku, nutných k montáži úložné zásuvky Schubfach.

Z výsledků VSM analýzy lze konstatovat takřka ideální stav. Zlepšení stavu by přispělo častěji opakované zásobování a odvoz hotové výroby přepravcem, které by odstranilo potřebu skladu. Avšak realita a ideální stav dopravních podmínek spolu málokdy korespondují. V tomto případě se jedná o kompromis ve stanovených mezích.

3.9 Pracovní snímek dne

Pracovní snímek dne byl proveden přímo v prostorách výrobní linky. Účelem tohoto měření bylo spočítat a vyhodnotit poměr produktivity/neproduktivity operátorů ve výrobní lince a neproduktivitu analyzovat a eliminovat. Měření bylo provedeno na výrobní lince v časovém úseku dvou hodin ranní a odpolední směny po tři dny.

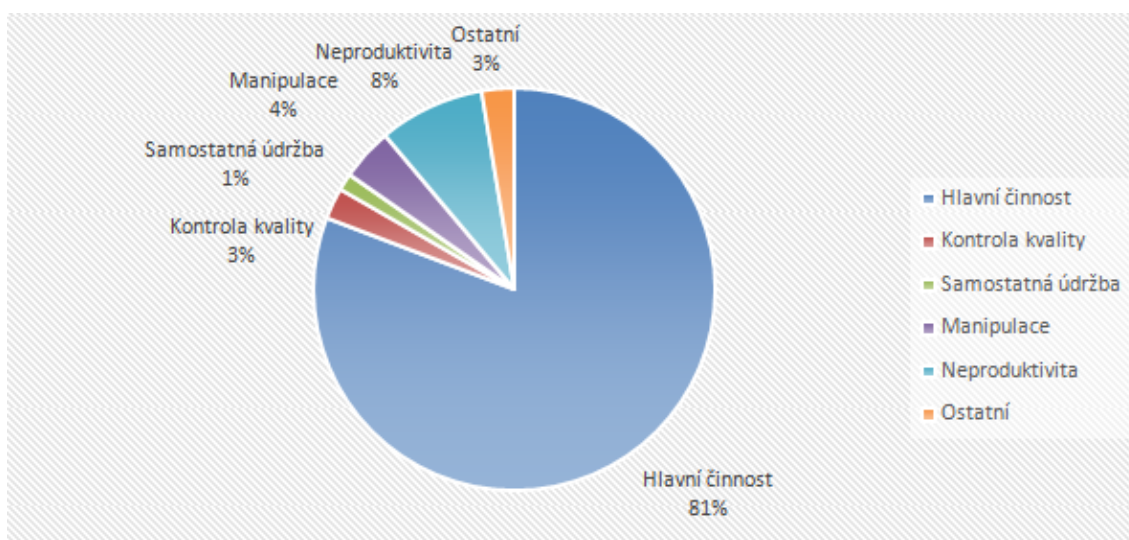
Způsob měření: pro co nejobjektivnější měření bylo nutné označit operátory cedulkami s čísly 1-8. Záznamy z měření byly zaneseny do tabulky s rozpisem činností a nečinností označených pod kódy viz Tabulka 3.

^{IV}Tabulka 3 - Snímek pracovního dne

jmeno	Jaroslav	Hejman											
char. znak	operátor číslo												
číslo prac.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
cel. čas	238	238	238	238	238	238	238	238	0	0	0	0	Kod činnosti
00	12	13	11	11	13	11	14	12					10 Hlavní činnost
01	12	13	11	11	13	11	14	12					11 montáž
02	12	13	11	11	13	11	11	12					12 stř
													13 balení
													14 trucky
													20 Kontrola kvality
													21 uvolnění 1. KS
													22 samokontrola
													23 kontrola počtu
													30 Samostatná údržba
													31 výměna nitě
													32 výměna špulky
													33 navazování
													40 Manipulace
													41 manipulace s manipulačním zařízením
													42 manipulace s materiálem
													43 příprava pracoviště
													50 Neproduktivita
													51 čeká (na mat. předchozí/op. manipulační zařízení/ seřizovače)
													52 nepracuje (lehuje...)
													53 nepřítomen
													54 diskutuje s kolegy
													55 diskutuje o problému s vedoucím, kvalifikem, seřizovačem
													56 čeká (porucha)
													57 oprava dílu
													60 Ostatní
													61 úklid pracoviště
													62 oprava pracoviště
													63 očištění
													64 zapisování/ popisování/ identifikace
													65 školení/ zaškolení

^{IV} Tabulka 3 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

Do výše uvedené tabulky 3 se každou minutu vyplnil jeden řádek. Sloupce v tabulce představují jednotlivé operátory. Každý operátor byl sledován po dobu 5 sekund a následně byla jeho činnost zapsána do tabulky. Do prázdných buněk se po dobu 2 hodin (120) měření zapisovaly kódy činností. Hodnoty 1X, 2X, 3X, 4X, 5X, 6X byly sečteny a sestrojily grafy produktivity/neproduktivity jednotlivých operátorů. Měření konkrétních operací jednotlivých operátorů však nemohou být relevantní z důvodů výměny pracovišť během měření. Účelem měření bylo vyhodnotit produkci/neprodukci výrobní linky jako celek, čili všech operátorů dohromady viz Obrázek 19.

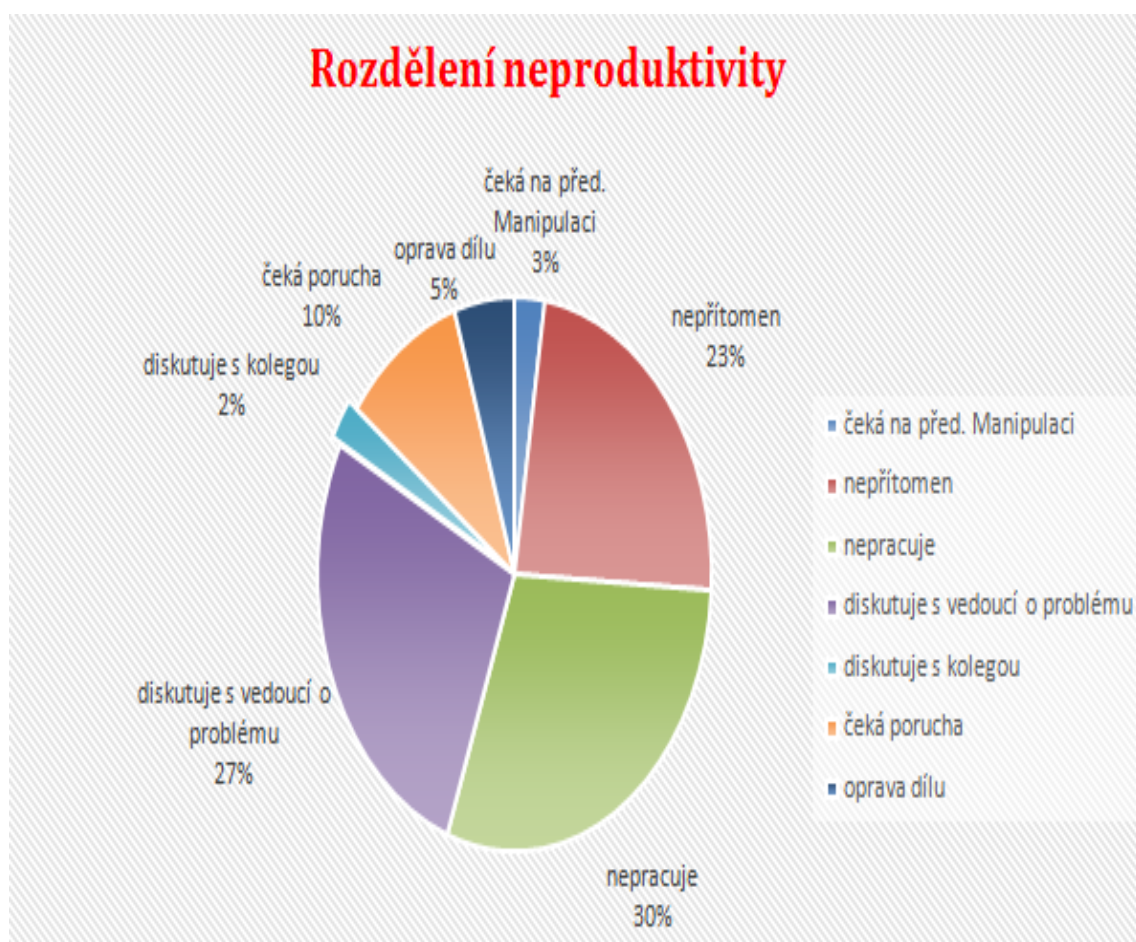


Obrázek 19 - Rozdělení činnosti ve výrobní lince

Z obrázku x vyplývá, že hlavní činnost – produktivita linky činí 81 % z celkového času. 11% celkového času jsou operace (kontrola kvality, samostatná údržba, manipulace a ostatní) nezbytné k zhotovení finálního výrobku, ale ne zcela mu přidávají hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Cílem této analýzy byla identifikace neproduktivity, její rozdělení a určení faktorů, ovlivňujících její vznik. 8% neproduktivity je nutné rozdělit na vynucenou a zaviněnou. Zaviněná neproduktivita je způsobena z 4,25% z celé pracovní doby. Ze 450 minut pracovní doby jedné směny je plýtvání způsobené lelkováním 20,5 minuty za směnu. Vynucená neproduktivita činí 3,75%.

Podrobný výčet položek neproduktivity je na Obrázku 20. Jednotlivé faktory neproduktivity jsou plýtváním, které je třeba rozpoznat, následně je analyzovat a na konec je z části nebo úplně eliminovat. Významnější položky neproduktivity jsou

prostoje z důsledků reklamace: „čeká na předchozí manipulaci, opravy dílu, čeká na vyřešení poruchy, diskutuje s vedoucím o problému“. Tyto problémy souvisí přímo s výrobou, respektive s poruchovostí strojů na pracovištích nebo se zmetkovitostí dílů z kusovníku. Jednotlivé díly neproduktivity kvůli reklamaci byly analyzovány a eliminovány. Eliminace poruchovosti je nezbytná při úpravě pracovišť, nástrojů a ergonomie, vedoucí k návrhu nového layoutu. Zbývající 3 faktory plýtvání: nepřítomnost, lelkování a diskuze s kolegy je nutné snížit na přípustné minimum. Podle jakostní příručky ve firmě BOS, má operátor nárok na 7% času stráveného na pracovišti k využití pro osobní potřeby. 2% jsou na občerstvení – pití 5% na osobní potřeby – toaleta. Ze 450 minut pracovní doby jedné směny tak připadá maximálně 31,5 minut na neproduktivitu, způsobenou občerstvením nebo toaletou.



Obrázek 20 - Rozdělení neproduktivity ve výrobní lince

Aritmetickým průměrem více než 720 měření vyšly hodnoty produktivity linky na 81 %. Jelikož vybalancování pracovních operací operátorů je na úrovni – 87%, lze konstatovat stejné vytížení každého z týmu v pracovní směně. Zbylých 19% „neproduktivity“ lze separovat na operace nutné, avšak nepřidávající hodnotu výrobku jako je: kontrola, porucha, oprava dílu, čekání na opravu. Tyto hodnoty je třeba zohlednit a snížit na minimum při tvorbě nového layoutu.

Kapitoly 3.2 – 3.9 byly pro autora nezbytné k pochopení celého systému řízení firmy. Popis objednávání, skladování a transportu dílu k lince a hotové výrobky z ní, jsou základní údaje, potřebné k porozumění layoutu výrobní linky.

Ergonomie pracovišť, úprava osvětlení, výšky pracovních stolů, zákaznický takt, geneze postupu výroby ve hníždě jsou všechno faktory, které bez důkladného pochopení není možné nový layout vymýšlet.

4. Indikátory pro vytvoření schématu linky

Prvním faktorem při navrhování schématu výrobní linky – layoutu je zákaznický takt. Jak bylo uvedeno v kapitole 3.1, firma BOS dostala žádost od zákazníka Daimler na zvýšení odvolávek výroby úložné zásuvky Schubfach viz Tabulka 4. Dalším indikátorem k vytvoření nového schématu je plocha, časová norma, počet operátorů, vybalancování linky a produktivita ks/operátor.

Tabulka 4 – Shrnutí a budoucí cíle

indikátor	současný stav	požadovaný
plocha m ²	60	67
počet vyrobených ks/směna	146	246
norma 1ks výrobku	24,36min	18,22
počet operátorů	8	12
vybalancování linky	86.2%	88,7%
produktivita ks/operátor	16	21

Z tabulky je patrné, že úsporou layoutu je nutné dosáhnout výroby 246 kusů výrobků za směnu a počítá se zvýšením počtu operátorů z 8 na 12.

4.1 Zákaznický takt Schubfach

Zákaznickým taktem je dosaženo sjednocení rychlosti výroby, montáže a prodeje hotové výroby zákazníkovi. Při výpočtu zákaznického taktu jde především o stanovení potřeby zákazníka a je nezbytné mu podřídit procesy a úzká místa v organizaci. Výroba tedy vzniká na základě odvolávek zákazníka. Výpočet zákaznického taktu je udáván jako poměr dostupného času na směnu a požadavkem zákazníka na směnu - 7hodin 30 min = 450minut.

$$\text{ZÁKAZNICKÝ TAKT} = \frac{\text{čas na směnu}}{\text{požadavek kusů zákazníka na směnu}} = \frac{450\text{min}}{246\text{ ks}} = 1.8 \text{ minuty}$$

Z rovnice vyplývá nutnost sestavit layout tak, aby z něj každých 1.8 minuty (110s) bylo možné odebrat hotový výrobek.

4.2 Plocha „U–buňky“ a počet operátorů

Vzhledem k tomu, že výrobní linka úložné zásuvky Schubfach je součástí zástavby ostatních linek ve výrobní hale v 1. patře, není možné přihlédnout k nárůstu výroby i k celkovému nárůstu pracovní plochy. Současná „U–buňka“ zabírá plochu o obdélníkové výměře $8\text{m} \times 7,5\text{m} = 60\text{m}^2$. Navýšením výrobní kapacity není možné současné rozměry zachovat. Jde ovšem rozšířit pouze délku „U–buňky“ vzhledem k okolním zásobovacím cestám handlerů a ostatních výrobních linek jiných výrobků divize BOS v Klášterci nad Ohří. Z diskuzí s průmyslovými inženýry firmy byla stanovena délka na 9m, pracovní plocha „U–buňky“ se tedy zvýšila na 67m^2 při stejné šířce. V současné době obsluhuje linku 8 operátorů s vybalancováním 86.2%. Z výsledků workshopů a stanovených rozměrů je možné počet operátorů zvýšit na 12 respektive na 13.

4.3 „U–buňka“

Buňkový layout představuje pracoviště, kde se stroje, pracoviště a lidé na výrobní lince formují do buněk ve tvaru U. Cílem zavedení U buněk je docílení plynulého toku materiálu ve výrobě, řízenými požadavky zákazníka. Tím lze zvýšit flexibilitu a zredukovat manipulaci. Zásady tvorby layoutu ve výrobní buňce:

- těsné uspořádání strojů, výstup z jedné operace je vstup do druhé;
- plynulý materiálový tok bez zásobníku, palet a kontejnerů;
- nářadí, pracovní pomůcky a operátoři jsou umístěny co nejbližší sobě;
- žádné překážky v pohybu operátora v prostoru buňky.

Dodržením těchto zásad lze dosáhnout ideálního stavu \Rightarrow plynulý tok výroby jednoho kusu s eliminací úzkých míst, která výrobu zpomalují.

5. Návrh grafického schématu výrobní linky

Tato kapitola se zabývá návržením layoutu výrobní linky. Jsou zde uvedeny návrhy a cesty, jak se k nim došlo. Podstatou grafického schéma je adekvátní vybalancování s nejvyšší možnou procentuální hodnotou.

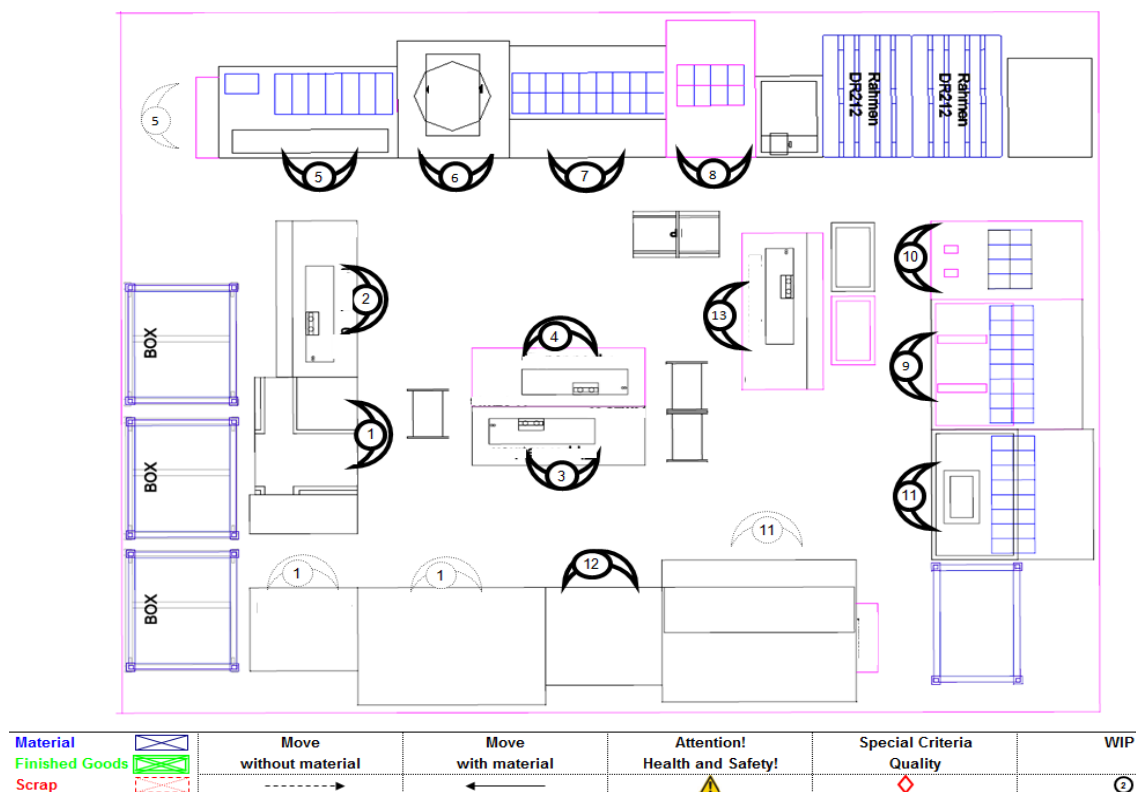
Po určení důležitých faktorů, nezbytných k návrhu layoutu je nutné brát v úvahu:

- tvar a plochy linky;
- takt linky;
- návržení a ergonomie pracovišť;
- počet operátorů.

Návrh grafického schématu výrobní linky byl vypracován v softwaru AutoCAD. Tvar linky je do jisté míry ovlivněn stávajícím stavem. Budoucí tvar tak nemůže narušovat již zaběhlé zásobovací cesty k ostatním linkám. Buňka je opět do tvaru U a zahrnuje operátory uvnitř s okolním vnějším zásobováním materiálu z kusovníku. Zastavěná plocha linky vzrostla pouze o 6m², ale počet operátorů se zvýšil na 12 lidí. To dalo vzniknout krátkým trasám, zakreslených do špagetového diagramu. Tvorba nových pracovišť je realizována dublováním úzkých míst stávajícího layoutu. Jedná se o šičky zipů a dočasné šičky. Pozice 13. operátora bude přechodná do té doby, než se tým operátorů sehraje natolik, že nebude potřebná, viz kapitola 5.1.

5.1 Návrh schématu – dočasné varianty pro 13 operátorů

Zadaná kritéria a mnoho společných diskuzí s průmyslovými inženýry na téma sestavení nového layoutu vytvořila návrh layoutu pro 13 operátorů, viz Obrázek 21.



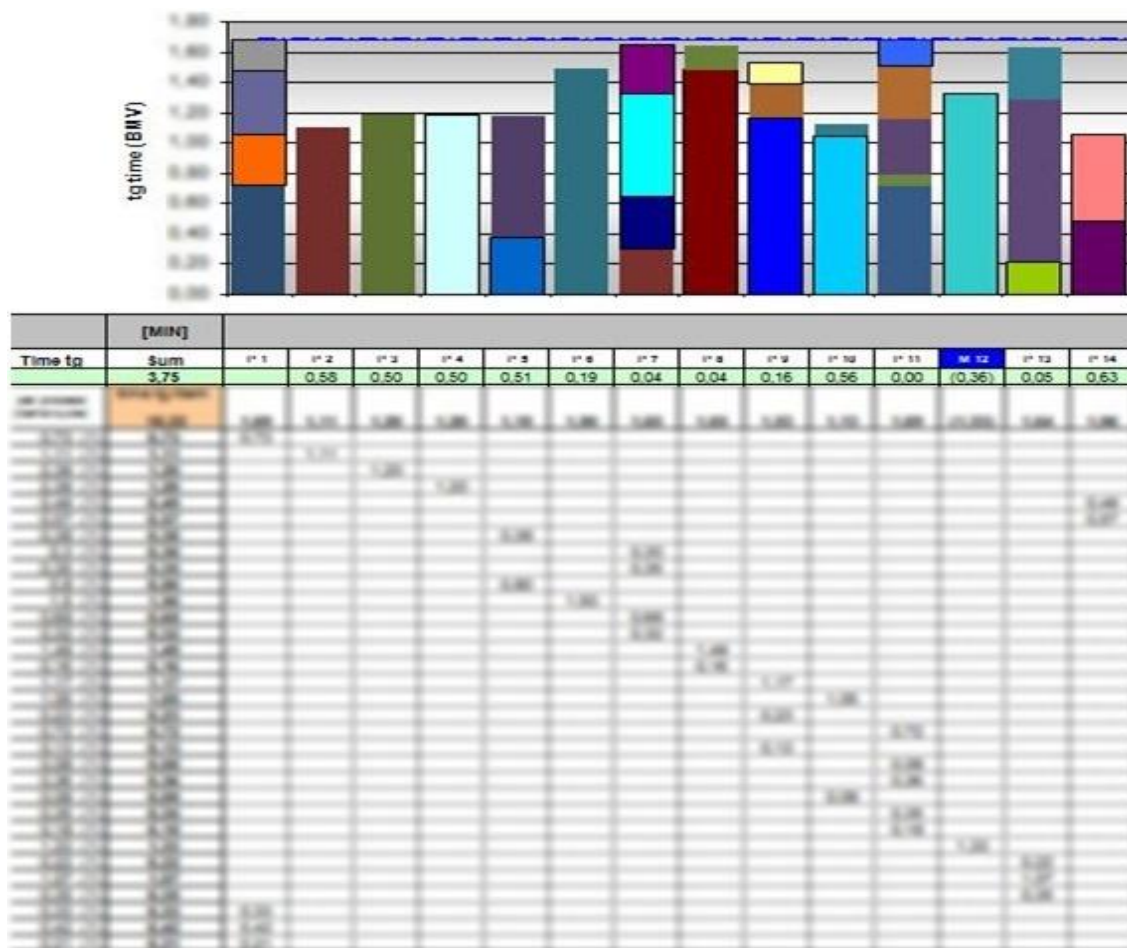
^VObrázek 21 - Layout výrobní linky 13 operátorů.

Tvar splňuje požadavky na výrobní linku U buňky. Zásobování je zajištěno vně a operátoři stojí uvnitř. Sestavení layoutu je na první pohled podobné stávající variantě s osmi operátory. Podobnost není náhodná, vychází totiž z předchozí velmi dobře vybalancované linky s hodnotou 86.2%. Z hlediska finanční náročnosti je vyhodnocena jako nejméně nákladná. Pracoviště jsou z velké části zachovány s původní variantou. Ke zvýšení kapacity výroby však bylo potřeba některá úzká místa dublovat nebo pracoviště rozdělit a přidat operátora. Pohyby operátorů se ve srovnání s původním schématem eliminovaly o 70 %. Zvýšení počtu operátorů ponížilo plýtvání v podobě čekání, transportu a rozpracované výroby. Rozpracovanost klesla na mez, srovnatelnou s plynulou výrobou jednoho kusu.

^V Obrázek 21 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

5.2 Vybalancování linky s operacemi 13 operátorů

Vybalancování linky je omegou zhotoveného schématu. Účelem je rozdělit práci operátům tak, aby všichni pracovali plynule, bez stresu, bez chyb, bezpečně a po dobu s nejmenším rozptylem viz Obrázek 22.



^{VI}Obrázek 22 - Vybalancování linky 13 operátorů

Prvním vodítkem k vytvoření vybalancování jednotlivých operací operátorů jsou v jakostní příručce linky – časové normy k operacím. Druhým krokem je určení taktu linky. To je čas odpovídající odvolávkám zákazníka, který de facto řídí výrobu. Z výpočtu zákaznického taktu v kapitole 4.1 vyšel čas 1.8min. Čas, který je nutný k vyexpedování hotového kusu z linky. Zároveň je také horizontální hranicí viz Obrázek 22. Cílem vybalancování úkonů operátorů je se k této hranici maximálně přiblížit, ne

^{VI} Obrázek 22 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

však překročit. Jednotliví operátoři mají podle norem a úkonu různé časy k jejich provedení. 1. a 2. sloupec jsou časy jednotlivých úkonů. Sumou těchto časů je spočten celkový čas 18 minut 22 sekund, který vypovídá o době výroby jednoho hotového kusu. Sloupce 3 – 16 jsou operátoři, kterým jsou přidělovány časy k provedení operace. Čtvrtý řádek se sumou časů operátorů k provedení úkonu pro výrobu jednoho kusu. Zelený řádek zobrazuje časový rozdíl mezi horizontálním maximem 1.8 minut a času, který operátor vykonal.

Jedním z hlavních cílů je vybalancovat linku tak, aby operátoři pracovali po stejnou dobu a uměli všechny operace. Vybalancování tohoto schématu na Obrázku 23 pro 13 operátorů dosáhlo 79,3% což není požadovaný výsledek.

CONTINGENCY ALLOWANCE	7,0%	ID-NUMBER OF CELL		NR. OF RESOURCES	operator (P)	II	EQUIPM. (M)	6
ROUTING SHEET	VAR 1 Routing	WEEKLY CUSTOMER NEED (PC)	1000	107 500 pcs in 50 weeks	PERFORMANCE RATE (WORKER)	100%	Influence on tact: Einfluss auf taktzeit	
NET SHIFTS-WEEK (MIN)	100%	PLANNED SHIFTS / WEEK	100%	15,0 entered value	TECHN. AVAILABILITY (EQUIPM.)	100%	Influence on shifttime: Einfluss aus Schichtzeit	
SET-UP TIME IN MIN / SHIFT		SCRAP IN (%)	100%		VALIDITY OF WORK SHEET			
EFFECTIVE SHIFT TIME (MIN)	100%	CUSTOMER TACT tg	100%	Cell efficiency (CE) (%) (Basis: customer tact)	Optimal number of shifts/week (effective)	100%	Standard time tg without balancing time	100%
pieces / 60 min (effective)	100%	PLAN-PROD. TACT tg	100%	TE-balancing loss (Basis: customer tact)	Optimal nr. of workers (Basis: customer tact)	100%	balancing time in min (system)	100%
pieces / shift	100%	ACTUAL-PROD. TACT tg	100%	Balancing Ratio (%)	Free capacity in h/week (h)	100%	Standard time tg incl. balancing time	100%
Producible pieces per week [pc]	100%	EFFECTIVE-TACT	100%	balancing loss (%) (Basis: bottleneck)	pc / h / operator	100%	CAPACITY NEEDED IN H / SHIFT	100%
				79,4%				

^{VII}Obrázek 23 - Vybalancování na 79%

Vedení firmy však po workshopech vzalo v potaz několik faktorů, které se zasadily pro zavedení dočasného, nového 13 členného layoutu, a to jsou:

- vysoké nároky na šičky s vyšší produkcí, fluktuace nových operátorů;
- potenciální hrozba vysokých sankčních poplatků při nedodržení odvolávek;
- v každé směně jsou vždy minimálně 4 noví operátoři, které je třeba zaučit.

Navzdory těmto faktům se management rozhodl dočasně podpořit 13 členný layout s neideálním vybalancováním. 13 členný layout bylo třeba uvést do praxe a vysbírat z něj data k vytvoření layoutu inovovaného s 12 operátory a vyšším vybalancováním.

13 členný layout byl v provozu po jeden měsíc (listopad 2013). Tato doba byla dostatečná pro nové operátory k zaučení a pochopení svých úkonů. Následné vyhodnocení časových

^{VII} Obrázek 23 obsahuje citelná data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

dat byla dokázaná nevytíženost 4. šičky. Tato pozice byla z layoutu odstraněna a dala vzniknout mírně upravenému layoutu s 12 operátory a novému naplánování operací s následným vybalancováním linky.

5.3 Návrh finálního schématu linky pro 12 operátorů

Finální návrh 12 členného layoutu viz Obrázek 24, vychází z předchozího 13 členného layoutu. Po hájeném časovém období jednoho měsíce činnosti bylo vyhodnoceno následující:

- operaci šití lze zvládnout ve 3 šičkách;
- linka pracovala s mírnou časovou rezervou, sankce za nedodání nehrozí;
- nově příchozí operátoři zapadli do výrobního týmu a nepředstavují hrozbu;
- nově příchozí operátoři jsou s prací spokojeni.

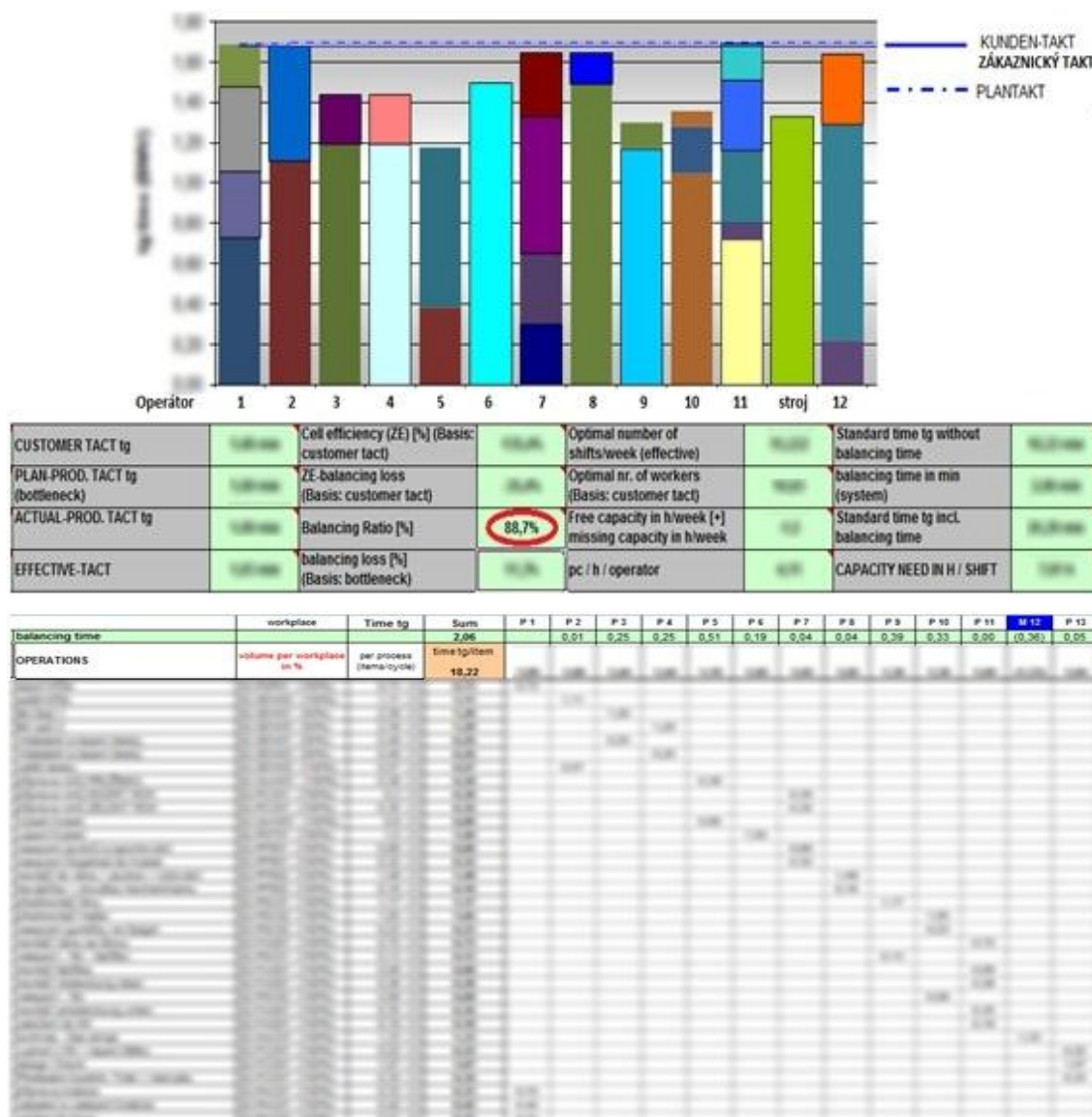


^{VIII}Obrázek 24 – Finální návrh layoutu s 12 operátory

^{VIII} Obrázek 24 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

5.4 Vybalancování linky s operacemi 12 operátorů

Uvedený Obrázek 25 znázorňuje renovovanou a finální variantu vybalancování operací 12 operátorů. Vybalancování linky dosahuje hodnoty 88,7%, což o 2% převyšuje výchozí vybalancování linky s 8 operátory.



^{IX}Obrázek 25 - Vybalancování finálního layoutu

Na základě představených návrhů a diskuzí s průmyslovými inženýry, oddělením Kaizenu a managementu firmy, byl zvolen a v prosinci 2013 realizován layout, podrobně popsán v kapitolách 5.3 a 5.4.

^{IX} Obrázek 25 obsahuje citlivá data, která jsou majetkem firmy BOS a jsou pro tuto práci skryta.

6. Hodnocení a doporučení

Po odborné 5 týdenní praxi a poznání podniku ve všech úsecích, lze zhodnotit firmu a dodat vlastní doporučení, která by mohla být přínosem k zefektivnění chodu podniku.

Ve firmě jde vidět vyspělý Kaizen systém a vysoká motivace pracovníků. Zaměstnanci jsou nabádáni k inovativnímu myšlení a mohou dostávat prémie dle úrovně zlepšení pro firmu. Každý měsíc je vyhlášen nejprínosnější návrh a spolu s jeho autorem je vyvěšen na tabuli cti. Kvalitní servis stravování a možnost navštěvovat jazykové kurzy, společně s výročním plesem podniku, sociální systém firmy zdokonaluje.

Pro výrobní linku je velmi důležité dodržování metody 5S, která je ve firmě zavedená, ale ne vždy se dodržuje. Je nutné dodržovat pořádek na pracovišti a pracoviště v době přestávky či předání směny opouštět vždy uklizené a čisté. Výrobní linka Schubfach je zatížena velmi vysokým počtem odstřižků nití. Níť jsou velmi kluzké a hrozí nebezpečí uklouznutí. Do nového layoutu by měl být implementován průmyslový vysavač, který vysoké množství nití odstraní a zajistí dodržování standardů.

Standardy se týkají i ergonomie pracoviště, které předchází možnostem zranění a chronickým onemocněním pohybového aparátu. Ergonomie práce tak připraví kvalitní pracovní podmínky k vykonání úkonů bez zmetkovitosti. Zároveň preventivně omezuje pobyty zaměstnanců na nemocenské. Autor by tedy doporučil zvýšit frekvenci komunikace mezi operátory a průmyslovými inženýry na téma ergonomie pracovišť.

Poslední doporučení se týká zavedení simulačních metod pro tvorbu nových layoutů a zásobovacích tras k výrobním linkám. Nejeden workshop, kterého byl autor účasten, by mohl proběhnout efektivněji, jednodušeji a bez tvorby mnoha otázek, kdyby byl simulační program např. Witness použit.

Celkově lze celý podnik zhodnotit pozitivně. Snaží se pečovat o své zaměstnance, nabízí možnost kariérního i osobnostního růstu a funguje v souladu s ISO 9001 a 16949.

7. Závěr

V Úvodu této diplomové práce byly stanoveny a definovány cíle, na které tato práce přinesla konstruktivní řešení.

Hlavní cíl práce bylo vytvořit, optimalizovat a vybalancovat layout výrobní linky, který je vhodný pro řešení logistických toků materiálu a vybalancování pracovní metodiky operátorů, dle požadavků zákazníka Daimler. Layout se používá v sériové výrobě v oblasti automotive textilního výrobku v zavazadlovém prostoru Mercedes - Benz S a C-Classe s komerčním názvem Schubfach.

Díličími a souvisejícími cíli bylo zajistit optimální počet operátorů, zasadit se o úsporu času a energie s maximalizací využití stávajících strojů bez nutnosti nákupu dalších.

K dosažení závěru bylo nutné se seznámit se všemi odděleními firmy. Autor nastudoval procesy od zhotovení odvolávek, přes logistiku, výrobu až po expedici hotové výroby. Firma si dle odvolávky zákazníka, jenž ve štíhlém podniku řídí výrobu, nadefinovala výše uvedené cíle. Na základě analýz a výsledků workshopů se autorovi podařilo sestavit nový layout s 12 operátory a vybalancovat linku na 88,7% viz Tabulka 5.

Tabulka 5 - Závěrečné shrnutí stavů

indikátor	původní layout	říjen 2013	po úpravě linky současný stav
pracovní plocha m ² buňky	60	60	67
počet vyrobených ks/směna	90	146	246
norma 1ks výrobku	24,36min	24,36min	18,22min
počet operátorů	5	8	12
vybalancování linky	-	86,2%	88,7%
produktivita ks/operátor	18	16	21

Layout je v reálném provozu od prosince 2013. Dává práci dalším 12 lidem a je výdělečný. Současné schéma vychází z minulého rozestavení. Z toho vyplývá vysoká úspora prostoru, financí, elektrických rozvodů a strojů. Ponižila se doba výroby jednoho kusu z 24,36 minuty na 18,22 min. Dospělo se tak k maximálnímu využití stávajících strojů a pracovišť, což vedlo ke spokojenosti zaměstnavatele. 12 nových pracovních míst ocenili noví zaměstnanci a zákazníkovi Daimler se dostává požadovaný počet odvolávek. Výše uvedené cíle byly podle zadání firmy BOS splněny.

Seznam použité literatury

- [1] ČUJAN, Z. A MÁLEK, Z. *Základy logistiky*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. ISB 978-80-7318-729-3.
- [2] (STEVENSON, W. J. *Operations Management. 9th edition*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2007. 903 s. ISBN 978-0-07-304191-9.)
- [3] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. A KOLEKTIV. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [4] HROMKOVÁ, L. A TUČKOVÁ, Z. *Reengineering podnikových procesů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. ISBN 978-80-7318-759-0.
- [5] LUKSÍK, P., PROCHÁZKA, J. A VANĚK, V. *Procesní řízení*. Ostrava: Ostravská univerzita
- [6] MAŠÍN, I. A VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 2000. ISBN 80902235-6-7.
- [7] DEBNÁR, P. *Principy štíhlého podniku*. Spektrum. 2010.
- [8] MAŠÍN, I., VYTLAČIL M. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství*, 2000. ISBN 80-902235-6-7
- [9] IPA. IPA Magazín. [Online] IPA Slovakia, 2010. [Citace: 16. Leden 2014.] <http://www.ipaslovakia.sk/slovník.aspx?id=143>
- [10] Interní materiály BOS – Jakostní příručka
- [11] ROTHER, M. A SHOOK, J. *Learning to See*. Brooklyn: The lean enterprise institute, 1999. ISBN 0-9667843-0-8.
- [12] MILLER, J. 101 Kaizen Template: Spaghetti diagram. [Online] Gemba Panta Rei, 12. Únor 2008. [Citace: 18. Prosinec 2013]

- [13] BAUER, M., A DALŠÍ. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [14] CHUNDELA, L. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 80-247-0226-6.
- [15] API. *Ergonomie. Akademie produktivity a inovací*. [Online] 2009. [Citace 3. Únor 2013.] <http://e-api.cz/page/68399.ergonomie>
- [16] NIKKAN, SHIMBUN, HIRANO, H Poka – Yoke , *Improving products quality by preventiv defects*. Press, Portland, USA 1988.
- [17] CEN. ČSN EN 1005 - 2. *Fyzická výkonnost člověka - ruční obsluha strojního zařízení*. Brusel : autor neznámý, 2003
- [18] API. One Piece Flow. [Online] E - API. [Citace: 4. březen 2014.] <http://e-api.cz/page/68413.one-piece-flow/>.
- [19] IMAI, MASAOKI. *Gemba Kaizen*. Brno : Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3.
- [20] SCHULTE, CH.: *Logistika*. Překl. G. Tomek, A. Baudyš. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. 301 s. ISBN 80-85605-87-2
- [21] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.)
- [22] Interní materiály firmy BOS
- [23] IPA magazín[online]. One piece flow [Citace: 4. dubna 2014] <http://e-api.cz/upload.cs/a/a7f81894-s-1-opf1.jpg>
- [24] IPA magazín[online]. 5S – Metodika pro eliminaci plýtvání na pracovišti: [Citace: 4. dubna 2014] http://ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=105

Seznam tabulek

TABULKA 1 - VSM SCHUBFACH	52
TABULKA 2 - VA INDEX	53
TABULKA 3 - SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE	55
TABULKA 4 – SHRUTÍ A BUDOUCÍ CÍLE	59
TABULKA 5 - ZÁVEREČNÉ SHRUTÍ STAVŮ	68

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - TOK INFORMACÍ A MATERIÁLU VE VÝROBNÍM PODNIKU [3].....	11
OBRÁZEK 2 - SCHÉMA OPTIMALIZACE [6]	17
OBRÁZEK 3 - 8 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ VS. PŘIDANÁ HODNOTA [6]	23
OBRÁZEK 4 - ERGONOMIE PRACOVNÍ PLOCHY RUKOU [24]	32
OBRÁZEK 5 - ERGONOMIE V HORIZONTÁLNÍ POLOZE [24]	32
OBRÁZEK 6 - ONE PIECE FLOW [23]	33
OBRÁZEK 7 - METODA POKA JOKE [16].....	34
OBRÁZEK 8 - PŮSOBENÍ SPOLEČNOSTI BOS [22]	38
OBRÁZEK 9 - ZÁVOD V KLÁTERCI NAD OHŘÍ [22]	39
OBRÁZEK 10 - SCHUBFACH [22]	40
OBRÁZEK 11 SCHUBFACH ZÁKLADNÍ POLOHA	41
OBRÁZEK 12 - SCHUBFACH VYSUNUTÁ POLOHA [22]	41
OBRÁZEK 13 - UKÁZKA KUSOVNÍKU [22]	42
OBRÁZEK 14 - LAYOUT 8 OPERÁTORŮ [22].....	43
OBRÁZEK 15 - HNÍZDO U BUŇKY	47
OBRÁZEK 16 - ČASY OPERACÍ	48
OBRÁZEK 17 - ÚPRAVA PRACOVISTĚ [22]	51
OBRÁZEK 18 - VALUE STREAM MAPPING	53
OBRÁZEK 19 - ROZDĚLENÍ ČINNOSTI VE VÝROBNÍ Lince.....	56
OBRÁZEK 20 - ROZDĚLENÍ NEPRODUKTIVITY VE VÝROBNÍ Lince	57
OBRÁZEK 21 - LAYOUT VÝROBNÍ LINKY 13 OPERÁTORŮ.	62
OBRÁZEK 22 - VYBALANCOVÁNÍ LINKY 13 OPERÁTORŮ.....	63
OBRÁZEK 23 - VYBALANCOVÁNÍ NA 79%	64
OBRÁZEK 24 – FINÁLNÍ NÁVRH LAYOUTU S 12 OPERÁTORY	65
OBRÁZEK 25 - VYBALANCOVÁNÍ FINÁLNÍHO LAYOUTU	66